



HAL
open science

Productivité et mobilité des inventeurs prolifiques : une approche comparative des systèmes d'innovation de quatre grands pays asiatiques (Chine, Corée, Japon, Taiwan)

Christian Le Bas, William Latham, Dmitry Volodin

► To cite this version:

Christian Le Bas, William Latham, Dmitry Volodin. Productivité et mobilité des inventeurs prolifiques : une approche comparative des systèmes d'innovation de quatre grands pays asiatiques (Chine, Corée, Japon, Taiwan). 2013. halshs-00789528

HAL Id: halshs-00789528

<https://shs.hal.science/halshs-00789528v1>

Preprint submitted on 18 Feb 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

WP 1306

**Productivité et mobilité des inventeurs prolifiques :
une approche comparative des systèmes d'innovation de
quatre grands pays asiatiques (Chine, Corée, Japon, Taiwan)**

Christian Le Bas, William Latham, Dmitry Volodin

February 2013

GATE Groupe d'Analyse et de Théorie Économique Lyon-St Étienne

93, chemin des Mouilles 69130 Ecully – France

Tel. +33 (0)4 72 86 60 60

Fax +33 (0)4 72 86 60 90

6, rue Basse des Rives 42023 Saint-Etienne cedex 02 – France

Tel. +33 (0)4 77 42 19 60

Fax. +33 (0)4 77 42 19 50

Messagerie électronique / Email : gate@gate.cnrs.fr

Téléchargement / Download : <http://www.gate.cnrs.fr> – Publications / Working Papers

Productivité et mobilité des inventeurs prolifiques : une approche comparative des systèmes d'innovation de quatre grands pays asiatiques (Chine, Corée, Japon, Taiwan).

Christian Le Bas ¹ (Université de Lyon, Lyon, F-69007, France ; CNRS, GATE Lyon Saint-Etienne, Ecully, F-69130. Université Lyon 2, Lyon, F-69007, France.), William Latham (Université du Delaware, Alfred Lerner College of Business & Economics 303 Alfred Lerner Hall. Newark, DE 19716 USA), Dmitry Volodin (HDR Inc., Silver Spring, Washington MD, États-Unis).

Résumé

Dans ce texte nous décrivons et comparons les systèmes d'innovation de quatre grands pays asiatiques (Chine, Corée, Japon, Taiwan) à partir de quelques caractéristiques des inventeurs les plus productifs de ces pays. On mobilise le modèle évolutionniste de production de connaissance par recombinaisons pour expliquer la productivité, la mobilité et la valeur des inventions de ces inventeurs prolifiques. Les données de brevets de la base du NBER permettent d'estimer une série de relations. Nos principaux résultats sont : validité pour tous les pays de la loi expliquant la valeur des inventions par la productivité de l'inventeur, la mobilité inter firmes ne joue aucun rôle sur la productivité des inventeurs au Japon et en Corée, elle a un impact positif sur leur productivité en Chine et à Taiwan, la mobilité internationale des inventeurs prolifiques joue un rôle dans la détermination de la valeur des inventions à Taiwan.

Mots clés : système d'innovation, inventeur, mobilité, valeur des brevets

Abstract

In this paper we picture and compare national systems of innovation of four Asian countries (China, Korea, Japan, Taiwan) with some characteristics of their prolific inventors. The evolutionary model of the growth of knowledge through recombination enables us to explain the inventor productivity, mobility as well as their mobility and the value of their invention. Thanks to patents date from the NBER data set we can estimate a set of relations. Our findings are: 1) the determination of the invention value by the inventor productivity is verified for the four countries, 2) inter firms mobility has a positive impact on productivity in China et Taiwan but no impact in Korea and Japan, 3) inventor international mobility play a role on invention value in Taiwan.

Key words: system of innovation, inventor, mobility, patent value

JEL Classification: O11, O15, O3, O53

Il y a de bonnes raisons pour étudier les systèmes d'innovation des grands pays asiatiques. L'une d'elles tient aux nouvelles questions qui se posent sur la durabilité de la dynamique de croissance de l'économie chinoise. Son modèle de croissance est à la veille d'une profonde transformation (Yueh, 2010). Par exemple R. Boyer remarque que l'économie de ce pays est actuellement tirée par les exportations, et s'interroge sur sa capacité à construire un modèle de croissance tirée par l'innovation une fois ses avantages en termes de bas salaires disparus (in Boyer *et al.*, 2011). Ce passage impliquerait une plus haute intensité

¹ Pour toute correspondance : christian.lebas@univ-lyon2.fr. On a beaucoup apprécié et largement suivi les utiles suggestions des responsables de la Revue de la Régulation. Une version de ce texte a été présentée à Séoul à la « Third Asia-Pacific Innovation Conference » (13-14 Octobre, 2012). On tient à remercier Yveline Leclere et Gaetan de Rassenfosse pour leurs remarques. Notre reconnaissance va également à Naciba Haned et Anne Deshors pour leur appui constant.

en recherche-développement et un fort apprentissage technologique au niveau des firmes. Dans cette perspective la question des activités d'innovation en Chine devient alors cruciale ? La Chine dispose déjà d'activités de R-D conséquentes et l'accumulation technologique se pratique à un rythme élevé. Il devient donc assez évident que ce pays sera rapidement une grande puissance en matière d'innovation. La question que l'on se pose est de savoir si son modèle d'innovation (pour faire vite : son « système national d'innovation », ou SNI par la suite) est plus ou moins proche de ceux de ses voisins qui ont déjà expérimenté un « innovation-led growth » : Japon, Corée, Taiwan. Les travaux récents d'économistes régulationnistes sur la diversité des capitalismes asiatiques tendent à souligner une différence essentielle entre les économies de type « Innovation-led Capitalism » (Japon, Corée, Taiwan) et le capitalisme hybride de la Chine dit « continental mixed » (voir notamment Harada et Toyama, 2012). C'est dire que du point de vue des structures économiques et institutionnelles l'économie chinoise possède une identité propre.

Le but de ce papier est de proposer une comparaison systématique des systèmes d'innovation des 4 grands pays asiatiques leaders en matière de développement industriel. Cette comparaison est faite sur la base d'une approche originale. On se propose en effet de décrire les traits principaux de leur capacité d'invention à travers quelques caractéristiques de leurs inventeurs les plus productifs (prolifères par la suite) : leur productivité, leur mobilité, la valeur de leur invention, leur degré de spécialisation technologique. Cette approche est fondée sur la pertinence de travaux récents décrivant les « lois » évolutionnistes de la productivité des inventeurs et de leur mobilité (ceci est décrit dans la section 3). La mobilisation d'une base de données de brevets américains permet d'estimer des relations pour chacune des grandes caractéristiques des inventeurs prolifères et de mesurer le poids des divers déterminants (section 4). Auparavant on propose de décrire le contexte des quatre économies en termes d'échelle des activités d'innovation et de dynamique de rattrapage (section 1). La section 2 propose un rapide survol de littérature sur les activités d'innovation de ces 4 pays.

1. Progrès technique dans quatre pays asiatiques : échelle des activités d'innovation et dynamique de rattrapage

Dans cette section on décrit quelques aspects de l'évolution passée des activités technologiques et de R-D des quatre pays asiatiques. Ce point est un préalable à l'analyse des SNI qui sera menée dans les deux sections suivantes.

Nombre d'économistes ont souligné que l'accumulation du capital (y compris humain) par tête n'était pas une variable suffisante pour expliquer la croissance rapide des pays asiatiques. Un autre phénomène tout aussi important est l'acquisition et l'assimilation des technologies étrangères. Cette assimilation requiert de l'accumulation du capital mais aussi le développement de l'entrepreneuriat, une attitude en faveur du risque, une méthodologie de l'apprentissage, des pratiques créatives d'imitation, des politiques publiques de soutien aux activités de connaissances, à la naissance de firmes nouvelles capables de produire des produits technologiquement complexes (Kim et Nelson, 2000). Cette analyse est construite largement sur les cas coréen et taiwanais. Le cadre récent de la Chine n'est encore que peu pris en compte dans ce type de modélisation du progrès technique.

Table 1 : Activités de R-D et de dépôts de brevets de 8 pays

| | Nombre total de chercheurs- temps plein (2009 ou dernière année disponible) | Brevets accordés par l'USPTO ^a (2011) | R-D/PIB ^b (2009) % | % financée par l'industrie ^c (2009 ou dernière année disponible) | Demandes de brevets des résidents en \$ Billion de PNB ^d (2010) |
|------------|---|--|-------------------------------|---|--|
| R-U | 235 373 | 4 037 | 1,8 | 45,4 | 7,7 |
| France | 229 130 | 4 531 | 2,2 | 50,7 | 7,7 |
| Allemagne | 311 500 | 11 920 | 2,8 | 67,3 | 17,2 |
| États-Unis | 1 412 639 | 108 626 | (2008) 2,8 | 67,3 | 18,4 |
| Japon | 656 676 | 46 139 | 3,2 | 78,2 | 73,7 |
| Corée | 236 137 | 12 262 | (2008) 3,3 | 72,9 | 99,8 |
| Chine | 1 592 420 | 3 174 | 1,7 | 71,7 | 32,2 |
| Taiwan | 110 089 | 8 781 | 2,6 ^a | 70,4 | Non disp. |

Sources : (a) site de l'USPTO, (b) WIPO (2011) et National Science Council, R.O.C. (Taiwan), Indicators of Science and Technology, Taiwan, 2009, (c) MAIN SCIENCE AND TECHNOLOGY INDICATORS: VOLUME 2010/2, OECD 2011, (d). WIPO, World Intellectual Property Indicators. Edition 2012

Le tableau 1 fournit des informations concernant les activités d'innovation et de recherche-développement de 8 pays. Les 4 pays asiatiques sont mis en comparaison avec les autres 4 grands pays en termes d'activités technologiques (États-Unis, Allemagne, France, R-U). La première colonne fournit une idée de la taille des activités de recherche des différents pays. On voit que la Chine est devenue le premier pays du point de vue des activités de recherche. À cause d'un manque d'harmonisation entre les différents offices de propriété intellectuelle il est plus difficile de comparer les forces technologiques des pays avec des données de brevets. La seconde colonne donne le dépôt de brevets dans le système américain. Il s'agit d'un indicateur d'activités d'innovation de plus haut niveau que le dépôt national de brevets car seules les inventions de grande valeur sont protégées à l'étranger. Bien qu'il s'agisse d'un système national de brevet il autorise les comparaisons internationales (États-Unis exceptés). Si on exclut la Chine les 3 autres pays asiatiques ont un volume de dépôt important, supérieur même à celui de l'Allemagne pour le Japon et la Corée (France et R-U sont très loin derrière). C'est dire qu'en termes de compétitivité technologique ces pays sont bien placés. Evidemment il faut tenir compte de la taille du pays et de celle de ses activités d'innovation et de recherche. Ainsi en termes d'intensité de dépenses de recherche-développement (R-D/GDP) les pays asiatiques (Chine exceptée) ont rattrapé les pays européens. Pour la Chine son intensité de dépenses de recherche-développement est encore faible mais a fortement et régulièrement augmentée de 0,83 en 1999 à 1,46 en 2006. Dans quelques années elle devrait atteindre 2 %, et devenir comparable au niveau européen². Un trait commun aux pays asiatiques est l'importance de la R-D financée par les entreprises industrielles. Selon le rapport du WIPO, Corée, Japon and Chine sont classés en tête en termes de brevets par unité de PNB (colonne 6) qui constitue également un indicateur d'intensité des activités technologiques des pays. La Corée est ici le premier pays au monde³. Ainsi les capacités d'innovation technologique ne sont plus concentrées dans l'Union européenne, les États-Unis et le Japon. La Corée et Taiwan dans les récentes décades et la Chine maintenant ont développé des secteurs significativement forts en technologies.

² En Europe les pays scandinaves (pas étudiés ici) ont une très haute intensité de R-D au niveau macroéconomique comparable à celle du Japon.

³ Cet indicateur dépend trop des caractéristiques des systèmes nationaux de brevets pour être totalement acceptable. Il donne néanmoins une image de la hiérarchie des pays.

Mettons en relation ces données quantitatives avec les tendances de l'accumulation technologique. Dans le passé Corée et Taiwan ont beaucoup dépendu des technologies importées de l'étranger. L'analyse des données de brevets révèle que ces pays sont devenus technologiquement égaux aux pays les plus avancés (Hayashi, 1999; Tokomaru, 2009). La construction des capacités technologique en Corée a suivi le schéma proposé par Kim (1997) : « une progression graduelle et séquentielle avec le passage de stratégies de firmes de l'imitation à l'innovation » (l'importance du gradualisme a été noté également et décrit très en détails par Hobday, 1995). À Taiwan la « Electrical and Electronic Manufacturers' Association » a activement assisté ses membres pour l'amélioration des technologies de fabrication et de leurs compétences en marketing (Intarakummerd, 2006). Le rôle de l'État fut dans les processus de rattrapage du Japon mais aussi en Corée et à Taiwan tout à fait essentiel comme il a été noté par plusieurs auteurs. Alors qu'au Japon et en Corée l'armature industrielle est constituée de grandes entreprises (des groupes industriels en fait), une dimension entrepreneuriale forte fut déterminante à Taiwan. Saxenian (2003) n'hésite pas à noter que le développement taiwanais « [...] differs fundamentally from the privileged relationship between the state and a handful of large, established corporate giants that characterized IT development in Japan and Korea in the 1980s. If the East Asian case is viewed as state-led development, then the experience of Silicon Valley, Taiwan, and its other "imitators" is best understood as entrepreneurship-led growth ». Nous reviendrons sur ce point dans la section suivante. Enfin s'agissant maintenant de la Chine, Latham et Yin (2009) utilisant des données de brevets chinois pour décrire l'accumulation technologique en Chine dans la période 1985-2004, montrent que le dépôt total de brevets apparait sous la forme d'une courbe en S par rapport au temps. L'innovation est particulièrement faible en début de période, notamment dans les années 1993-1999, sans doute à cause du choc des réformes industrielles. En second lieu les activités technologiques sont plus orientées vers le secteur des TIC. Ils remarquent finalement que les activités d'innovation sont encore assez modestes bien que se renforçant dans les secteurs forts.

Ainsi dans les deux dernières décades Corée et Taiwan ont rattrapé le Japon en choisissant pour cible les industries les plus dynamiques (Fagerberg et Godinho, 2004). Ils ont construit des capacités pour l'imitation ensuite pour l'innovation (Lundvall *et al.*, 2009). Ils ont maintenant des SNI cohérents et sont devenus des contributeurs important au stock mondial d'inventions (Dodgson et Gann, 2010). Pour certains la Corée aurait même dépassé le Japon dans l'industrie des semi conducteurs (Kim, 2011). La Chine construit aussi une trajectoire de rattrapage, mais reste néanmoins derrière les trois autres pays.

L'impact des firmes multinationales (FMN) sur la formation des capacités technologiques locales importe dans un contexte de rattrapage. Dans beaucoup d'industries on remarque une combinaison d'absorption réussie de connaissances technologiques diffusées au niveau international et un développement des capacités nationales de capital humain et de capacités d'innovation (Altenburg *et al.*, 2008). Van Reenen et Yueh (2012) ont récemment chiffré l'effet de la dynamique de joint-ventures menée par la Chine à un point de croissance par an sur les 3 dernières années. Dès le milieu des années 1990 de nouveaux éléments apparaissent fournissant plus d'incitations à modifier le modèle de développement économique dans le sens d'une « innovation-oriented dynamics ».

2. Les systèmes nationaux d'innovation : définition et rapide survol de littérature sur les activités d'innovation des quatre pays asiatiques

L'idée que les activités d'innovation des firmes et des secteurs sont également déterminés par des dispositifs institutionnels plus macroscopiques dans lesquels elles s'insèrent, qui peuvent les développer ou les brider, appartient en propre à la perspective institutionnaliste (Freeman, 1987 ; Lundvall, 1992 ; Nelson, 1993). Les premières approches des SNI (Freeman, 1987 ; Lundvall, 1992) visaient à mieux comprendre le système d'innovation conçue dans une large acception : 1) l'innovation est vue comme un processus cumulatif continu producteur d'innovations, mais incluant aussi sa diffusion, son absorption ou son usage, 2) différentes sources de l'innovation sont significatives, à coté des sources comme celles relevant des sciences et de la R-D, toutes les activités d'apprentissage (dans la fabrication, le marketing, les achats) sont explicitement prises en compte⁴. L'intérêt d'une approche par les SNI est de souligner la dimension systémique forte de la production de connaissances (notamment Nelson, 1993). Le SNI conçu comme le *réseau des institutions et des organisations* venant en support aux activités d'innovation des firmes tend à affecter le rythme et les tendances du progrès technique. Il y a ainsi une dynamique d'apprentissage qui vient renforcer le potentiel de production de connaissances technologiques nouvelles, expliquer la croissance et la compétitivité des secteurs et des pays (Amable et Petit, 2003). Les études ultérieures ont surtout développé les comparaisons internationales (l'idée originelle se trouve dans Nelson, 1993), l'impact des relations entre les universités et les entreprises, ou les relations secteur public/secteur privé (voir entre autres Edquist, 1997).

L'ouvrage d'Amable *et al.* (1997) soulignait l'existence de plusieurs systèmes *sociaux* nationaux d'innovation disposant d'avantages et de limites (autrement dit aucun n'est supérieur dans l'absolu aux autres). Était identifié un système « méso corporatif » très différent des systèmes fondés sur la régulation marchande concurrentielle États-Unis, Royaume-Uni), du modèle social démocrate (pays scandinaves), ou du modèle d'intégration européenne (beaucoup plus diversifié puisqu'on y retrouve la France, l'Allemagne, les Pays-Bas, l'Italie). Le Japon est l'archétype du modèle corporatiste (aujourd'hui considéré comme en voie de dépassement). Le cœur de son dispositif, le pivot de la régulation, est occupé par les grands groupes industriels (les *keiretsu*) très diversifiés en termes de produits et d'activités, et peu dépendants des marchés financiers. Leur taille leur permet d'investir de façon persistante dans les activités de recherche avec des préoccupations de long terme. Cela permettant d'anticiper les évolutions sur les marchés mondiaux. Un rapport salarial original lie le salarié à l'entreprise sur l'ensemble de sa carrière. La mobilité est donc foncièrement interne à la grande entreprise, et peu développé entre firmes (à la différence du modèle de régulation marchande). On a souligné que ce système tend à se centrer sur l'innovation incrémentale et pas sur les innovations radicales surtout lorsqu'elles ont une base scientifique. Ce système est décrit par Storz et Schäfer (2011) comme *l'intrapreneurial système japonais d'innovation*. Ce système a fait du Japon une grande puissance technologique même si sa force a singulièrement pâti de la dépression de la décennie des années 90. De nouvelles études empiriques ont récemment remis en cause ce modèle corporatiste. Elles soulignent en premier lieu la très forte hétérogénéité des firmes japonaises qui imposa d'autres formes de coordination. En second lieu, la dérégulation de l'économie (dans la sphère financière et la relation d'emploi) impulsée par les politiques néolibérales change réellement la donne (Lechevalier, 2011). Des chercheurs ont observé par ailleurs un nouveau type de fonctionnement de la recherche universitaire rapprochant le cas japonais des systèmes anglo-

⁴ Un très bon résumé de ces travaux se trouve dans l'ouvrage de Storz et Schäfer (2011).

saxons (Nohara, 2006). Il resterait à analyser ce que cela implique quant à la dynamique d'innovation du pays dans le futur, ce qui dépasse le cadre de ce papier⁵. On doit simplement noter qu'une distorsion par rapport au modèle social d'innovation corporatiste est sans doute née dans les années 80, avant, donc, la « décennie perdue » des années 90⁶.

On a insisté sur le modèle corporatiste d'innovation car ses traits s'avèrent assez similaires à ce qui se fait en Corée. La Corée n'a pas seulement imité les « technologies matérielles » des japonais mais aussi leurs « technologies sociales » (selon les expressions de Nelson, 2003), c'est-à-dire les modes de coordination et les micro-institutions. Ce pays a repris du Japon le modèle du conglomérat (les *Chaebols*) et une spécialisation industrielle fondée sur des activités pour lesquelles plusieurs agents interviennent (secteur automobile, construction électronique) et où règne aujourd'hui la logique de la *modularisation*. Il a emprunté également les schémas d'apprentissage fondés sur les savoir-faire et les routines internes aux grandes organisations. Une autre caractéristique commune est l'usage d'une main d'œuvre bien formée. Son modèle d'innovation s'avère donc *très proche* de celui du corporatisme japonais⁷. Les industries coréennes et japonaises possèdent des technologies très liées les unes aux autres. Hu et Jaffe (2001) ont montré en exploitant les données de brevets américains un effet de diffusion technologique du Japon vers la Corée (les brevets coréens citent plus les brevets japonais que les brevets américains)⁸. On doit également remarquer que jusque dans les années 90 les grandes firmes « multinationales » japonaises ont très peu de véritables centres de R-D à l'étranger et que leur investissement direct est très faible. En revanche, les firmes coréennes sont beaucoup plus (quatre fois plus) internationalisées en termes d'activités de R-D (Le Bas et Sierra, 2002).

À Taiwan le processus d'accumulation technologique commença dans la décennie 1960 dans l'industrie des circuits intégrés devenue un point fort de l'économie. Dans cette période certaines firmes multinationales relocalisèrent à l'étranger l'assemblage de composants destinés à l'exportation (Rasiah, Kong et Lin, 2010). Le rôle de l'État fut là également crucial en initialisant un processus de « remontée » du manufacturing des semi-conducteurs vers les activités de conception des produits (processus qui n'est pas très différent de ce qui se fit en Corée pour les produits électroniques grand public), l'État finançant la recherche-développement des laboratoires. Une particularité du processus taiwanais de rattrapage fut la constance que mis l'État à assurer un apport de capital humain venant de l'étranger (Dodgson, 2009)⁹. Anna Lee Saxenian a montré comment le dynamisme et le développement d'une industrie des circuits intégrés à Taiwan (en particulier le fameux cluster scientifique de Hsinchu¹⁰) doit beaucoup à l'imitation de ce qui se fit en Silicon Valley, et à la conservation et à l'élargissement des liens avec ce cluster californien. Ceci fait du cas taiwanais un modèle très différent du développement des TIC expérimenté au Japon et en Corée dans les années 1980. En cela on peut avancer que se réalisât là un « venture capital industry and

⁵ Les activités d'innovation des firmes japonaises ont été étudiées du point de vue de leurs inventeurs à travers les travaux de Nagaoka et *al.*, (2011) et Onishi et Nagaoka (2012).

⁶ Storz et Schäfer (2011) semblent développer un point de vue différent lorsqu'ils soulignent que les arrangements institutionnels du modèle japonais auraient été plutôt renforcés dans la période récente tout en témoignant d'une certaine plasticité (voir page 152 et suivantes).

⁷ Hu (2003) apporte d'intéressants matériaux sur le système d'innovation coréen.

⁸ Ce qui n'est pas le cas de Taiwan qui tend à apprendre des deux pays (États-Unis et Japon).

⁹ La mobilité internationale des inventeurs taiwanais a été aussi étudiée par Han (2007) et Yang (2003). Les japonais se sont également intéressés au devenir des chercheurs expatriés (Murakami, 2010). A noter les travaux très documentés de Fujimoto (2004 et 2005) sur la mobilité des scientifiques et ingénieurs japonais.

¹⁰ Saxenian et Hsu (2001).

entrepreneurship-led growth » (Saxenian, 2001) qui marque la singularité du système taiwanais. Ce qui n'explique évidemment pas la totalité de la croissance de Taiwan. Ce pays possède également une forte industrie chimique et mécanique, et aujourd'hui, des firmes compétitives dans les biotechnologies (Dodgson, 2009). Les firmes restent petites et collaborent avec les autres firmes locales spécialisées, tout en se concurrençant (comme dans la Silicon Valley). Un aspect très particulier du rattrapage taiwanais est, comme le note Saxenian (2001) : « the "reversal" of the brain drain in the early 1990s, when thousands of Chinese engineers who had been educated and worked in the US returned to Taiwan either to start companies or work for start-ups or established companies ». « Reversal », puisque dès les années 1960 jusqu'à la fin des années 1980 Taiwan souffrit bien du « brain drain » lorsque une main d'œuvre très éduquée quitta le pays pour travailler à l'étranger (Han, 2007). Après avoir eu une image de « pirates » dans les années 1980 (Chacko, 1986), les firmes taiwanaises ont par la suite procédé à l'achat de technologies étrangères qui s'est fait sur une échelle significative, toutes choses qui ont contribué à la croissance de la productivité globale des facteurs en complément des effets de la R-D (Branstetter et Jong-Rong, 2006)¹¹.

Alors que Choung (1998) montre que le vecteur essentiel de la capacité d'innovation en Corée fut le petit nombre de *grandes firmes* dans le champ des technologies de la construction électrique et électronique, les activités de connaissances de Taiwan (mesurées par des brevets) sont réparties sur un grand nombre d'*individus* exploitant des connaissances dans les domaines des technologies non électriques et diverses (sur Taiwan on consultera Odajiri, 2006). Une dimension *entrepreneuriale* forte distingue donc le système d'innovation de Taiwan du modèle « corporatiste » en vigueur au Japon et en Corée. Son modèle de production repose sur des systèmes de production plus flexibles et moins intensifs en capital qu'en Corée (Gu et Lundvall, 2006). La mobilité inter firmes permet la diffusion du savoir tacite et facilite le processus de formation de firmes nouvelles (Saxenian, 2003).

S'agissant de la Chine on se trouve face à une difficulté majeure. Dans la période observée son système d'innovation (et bien entendu son économie) a connu des transformations d'une très grande ampleur. Ayant quitté un système dirigiste la Chine s'oriente vers un système libéral. Storz et Schäfer (2011) notent qu'on peut encore difficilement dessiner clairement les contours du nouveau système. Dans leur esprit le modèle de la firme *high-technology* du cluster de Zhongguancun (Storz et Schäfer, 2011 : 213) et le principe de la modularisation de la fabrication des produits pourraient en constituer les piliers. On peut également prendre appui sur l'étude de Gu et Lundvall (2006) qui à partir d'un cadre institutionnaliste décrivent les principales transformations du SNI chinois¹². À partir des années 1980 un grand nombre d'institutions de recherche antérieurement publiques sont transformées pour être plus fortement couplées aux structures de production industrielle. Dans le même temps le système d'innovation est plus ouvert aux échanges internationaux de technologies. L'industrie des technologies de l'information est restructurée, moins axée sur les technologies militaires, et s'orientant vers des applications civiles. On reste toutefois dans une stratégie d'imitation. Les entreprises étrangères à la fois contribuent à la formation d'une main d'œuvre technique et s'appuient sur elle, particulièrement dans les activités de R-D (Altenburg *et al.*, 2008). Sun (2002) affirme que les efforts de recherche interne aux firmes deviennent la source principale

¹¹ L'impact des transferts technologiques est également étudié par Hu (2003). Liao et Chien (2007) ont montré comment les transferts de technologies impactent positivement les performances du secteur des semi conducteurs taiwanais.

¹² On pourra aussi se reporter à l'étude de l'OCDE (2011).

de l'innovation technologique, plutôt que les technologies importées. Il notait qu'avant 2000 les efforts trop limités pour absorber les technologies importées ont constitué une réelle barrière à la croissance des capacités d'innovations créatives chinoises¹³. On retrouve également une « connection » avec la Silicon Valley mais surtout une relation de plus en plus forte entre la Chine et Taiwan (Saxenian, 2005) principalement dans l'industrie des semi-conducteurs. A ce jour les relations sont plus complémentaires que concurrentes. Comme le remarque Saxenian (2005) : « Taiwan moving up the value chain to provide leading-edge manufacturing services and high-value-added design while China becomes a center of low-end, labor-intensive design and assembly-and-testing as well as non-leading-edge manufacturing ». Mais la Chine pourrait poursuivre sa trajectoire de rattrapage et atteindre la parité avec Taiwan dans ce type d'industrie. La Chine récemment a mené des politiques actives pour faire revenir des chercheurs et des inventeurs établis à l'étranger (Zweig, 2006). On peut raisonnablement penser que ce facteur n'a pas eu l'ampleur qu'il connut à Taiwan. Pour résumer, et pour mieux cadrer notre recherche, on voit bien que l'on a bien trois SNI assez bien typés que l'on désignera par la suite comme « méso corporatiste » (Corée, Japon), « entrepreneurial » (Taiwan)¹⁴, « développementaliste »¹⁵ (Chine). Nous ne prétendons faire ici une analyse exhaustive de ces systèmes nationaux d'innovation, mais en mobilisant un cadre d'analyse plus évolutionniste des déterminants de la productivité et de la mobilité des inventeurs, apporter des éclairages complémentaires sur les caractéristiques des SNI des 4 pays asiatiques (un encadré suggère comment notre approche évolutionniste des déterminants de la productivité s'avère complémentaire des éléments de cadrage institutionnaliste des SNI).

3. Une approche évolutionniste des systèmes nationaux d'innovation : les « lois » de la productivité des inventeurs et de leur mobilité

Nous proposons dans cette section un cadre complémentaire d'analyse permettant de construire les variables pertinentes décrivant les mécanismes de base de la production de connaissances au sein d'un SNI. Nous prenons comme point de départ les remarques de Lundvall (2007, p. 106) : l'analyse des systèmes d'innovation peut être vue comme une analyse du *comment* les connaissances se développent à travers les processus d'apprentissage. Toutefois dans ses travaux Lundvall limite son analyse à la production de connaissances qui naissent des processus d'apprentissage par interaction entre utilisateurs et producteurs (Lundvall, 1985, 1992). Toutefois il s'agit d'une focalisation excessive sur les interactions entre organisations. Au sein des équipes de recherche d'une même organisation les interactions sont également importantes.

Cela invite à entrer dans la boîte noire de la production de connaissances interne aux organisations¹⁶. Pour cela on cartographie et explique la dynamique d'apprentissage des

¹³ Le travail de Yam *et al.* (2004) sur les firmes chinoises remarquait par exemple que les investissements faits dans les technologies de l'information manquaient encore d'efficacité.

¹⁴ Il se pourrait d'ailleurs que le système d'innovation de Taiwan puisse être une variante plus entrepreneuriale du capitalisme méso corporatiste.

¹⁵ On reprend ici le terme proposé par Boyer (2011 : 140) pour caractériser, outre le capitalisme chinois, les grandes économies « continents ».

¹⁶ On s'intéresse donc au « supply side of innovation ». Furman *et al.*, (2002) suggère un modélisation des SNI dans lequel la capacité d'innovation d'un pays (mesurée par les dépôts de brevets) est expliquée par le niveau de l'emploi en R-D, les dépenses de R-D du secteur privé, et la spécialisation industrielle du pays. Ce que nous proposons ici est peu éloigné de leur modèle. Hu et Matthews (2005) confirment que ces facteurs jouent aussi pleinement pour les pays du sud-est asiatique.

compétences des inventeurs. Trois hypothèses de base de notre modèle sont à mettre en exergue : 1) on s'intéresse exclusivement à une catégorie d'inventeurs : les inventeurs à haute productivité, les plus productifs en termes d'inventions, en bref les inventeurs prolifiques, nous justifions ce choix par de récentes références à la littérature, 2) on met ensuite en évidence des lois évolutionnistes de la créativité et de la production de connaissances nouvelles, 3) enfin on souligne l'importance de la mobilité de ces inventeurs prolifiques dans un optique sectorielle ou méso économique. Seuls les deux derniers aspects sont traités dans la suite de cette section. Nous revenons sur le premier dans la section suivante.

L'idée originelle principale est que nous ne pouvons pas voir la production d'innovations comme seulement un output du système de R-D des entreprises et des organisations. Il est nécessaire de regarder également le rôle des individus, des chercheurs ou inventeurs, car la créativité qui est au cœur du processus d'innovation est nécessairement individuelle et humaine. Nous allons nous concentrer sur les inventeurs prolifiques, c'est-à-dire les inventeurs les plus créatifs, à forte productivité, car leur contribution à la production nationale d'innovation est importante¹⁷. De plus leurs innovations sont de grandes valeurs économiques (Gambardella *et al.*, 2005 ; Gay *et al.*, 2008). De récentes analyses montrent comment les individus au sein des firmes interviennent dans les différents aspects des changements technologiques : dans l'imitation, l'adaptation et l'innovation. Hess et Roathaermel (2007) ont développé un modèle soulignant que les capacités dynamiques des firmes sont dépendantes des individus dans l'entreprise et de leur rôle dans l'innovation technologique. Les recherches récentes de la théorie de l'innovation ont montré que certains individus sont très importants dans le processus d'innovation de l'entreprise (Lacetera, Cockburn et Henderson, 2004). Une approche similaire est développée dans les analyses relevant du management stratégique: des individus clés ou « stars » sont souvent des ressources cruciales qui contribuent via leurs inventions à l'avantage concurrentiel de l'entreprise (Ernst *et al.*, 2000 ; Tushman, 1977). En général, la productivité et la valeur des inventions des inventeurs prolifiques sont liées au degré avec lequel ces individus sont connectés à la fois aux sources externes et internes de connaissance (Tushman et Katz, 1980).

En ce qui concerne les inventeurs prolifiques on peut considérer qu'ils agissent comme des « intégrateurs de connaissance » (Gay *et al.*, 2008). En tant que travailleurs de la connaissance, ils jouent un rôle important dans la conception, le développement et l'intégration de « morceaux élémentaires » de connaissance dans le département de recherche, au sein de leur équipe ou de leur réseau d'invention. Les inventeurs prolifiques augmentent la vitesse d'apprentissage des individus et des organisations, et permettent la création d'avantages concurrentiels durables. À cause de leur mobilité professionnelle ils peuvent être vu comme des « knowledge translators » or « knowledge brokers » (Brown et Duguit, 1999) entre individus, équipes, firmes, ou organisations. Ils aident à transférer des « morceaux » de connaissances (on reprend ici une expression qu'utilise Antonelli, 2011) au sein les différentes communautés qu'ils traversent. Il nous semble que les inventeurs prolifiques sont fondamentalement des « gatekeepers », c'est-à-dire des « boundary spanning individuals who can be an important linking mechanism between organizations and their external environments » (Tushman et Katz, 1980). Tushman et Katz (1980) expliquent le rôle des « gatekeepers » dans le processus de transfert de l'information à un département de R-D en comparant les performances des équipes de projet avec et sans « gatekeepers ». Allen *et al.* (1979) analysent comment les projets de R-D permettent d'acquérir efficacement de nouvelles technologies. Les projets les plus performants sont ceux pour lesquels les membres de

¹⁷ Le Bas *et al.* (2010) montrent que les inventeurs ayant 15 brevets américains et plus sont associés à 66 % du dépôt total des déposants japonais, 40 % pour l'Allemagne, 33 % pour les États-Unis.

l'équipe maintiennent de hauts niveaux de communication avec d'autres inventeurs extérieurs à l'organisation. Les projets d'innovation montrent des niveaux de grande performance lorsque les communications en termes d'information sont monopolisées par un ou quelques membres du projet, en clair les « gatekeepers ». Parichuri (2009) a souligné que l'importance de ces inventeurs prolifiques varie avec la position de la firme au sein du réseau des firmes qui collaborent explicitement ou non à l'innovation. *Notre idée est que les inventeurs prolifiques occupent ainsi les nœuds qui se forment entre technologies, secteurs et firmes. En tant que passeurs de connaissance ils assurent la prise en charge et le renforcement de la dimension systémique au sein de la production globale d'innovations. C'est pour cet ensemble de raisons que l'activité de création des inventeurs en général renvoie à une dimension systémique forte.*

Le cadre théorique que nous proposons pour rendre intelligible la production d'innovation est l'analyse de la croissance des connaissances par recombinaison suggérée par Weitzman (1996), testée empiriquement par Fleming (2001) et développée Antonelli (2008). Dans cette approche la production d'une nouvelle connaissance ne peut être schématisée de façon pertinente par l'analogie avec la découverte d'un nouveau champ pétrolifère. Au contraire une nouvelle connaissance est souvent produite par une recombinaison de « morceaux » de connaissances préexistantes¹⁸. Ainsi l'idée fondatrice est que la créativité et l'imagination sont « recombinatoric in essence ». On retrouve cet important concept dans Fleming et Szigety (2006) appliquée dans les sciences comme dans la recherche technologique. Leur schéma s'appuie sur le « modèle psychologique » de créativité élaboré naguère par Simonton (1999). Les inventeurs génèrent de nouvelles idées par « combinatorial thought trials subject to psychological and social selection processes » (Fleming, 2007). Les inventeurs créatifs tendent à juxtaposer, combiner, et à évaluer simultanément un ensemble d'inputs de connaissances 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. Plus un inventeur fera des essais de recombinaisons plus il accroît ses chances de réaliser une grande découverte. On peut donc inférer une corrélation entre la productivité d'un inventeur, mesurée par son nombre d'inventions passées, et la probabilité qu'il trouve une invention ayant un grand impact. En d'autres termes : « A one-hit wonder is very unlikely [...] The most prolific inventor is the one most likely to invent a breakthrough » (Fleming et Szigety, 2006, p. 340). Ce schéma prédit l'existence d'une relation entre la productivité d'un inventeur et la valeur économique des nouvelles connaissances produites incorporées dans des inventions. Ce qui a été montré sur les inventeurs prolifiques des cinq économies dominantes en termes d'activités technologiques (Le Bas *et al.*, 2010 ; Latham et Le Bas, 2011 ; Latham *et al.*, 2012).

Une partie de la littérature a traité récemment de cette question de la valeur des inventions en liaison avec la mobilité *inter firmes* des inventeurs qui est reconnue comme réellement stratégique. L'échelle, les déterminants, les effets de la mobilité des inventeurs ont été étudiés récemment (Hoisl, 2007 et 2009 ; Schankerman *et al.*, 2006 ; Trajtenberg, 2004 et 2006). Par exemple Hoisl (2007) sur un ensemble de brevets européens relatifs à des inventeurs allemands trouve qu'une augmentation de la productivité d'un inventeur (nombre de brevets

¹⁸ Weitzman (1996) illustre ainsi cette vue : « 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, 1996, p. 209).

par inventeur) diminue le nombre de déplacements entre firmes. En testant la causalité entre la productivité et la mobilité des inventeurs, elle trouve (« au contraire ») que les inventeurs les plus productifs sont les plus mobiles. Une mobilité accroît la productivité de l'inventeur, mais un accroissement de productivité décroît la probabilité d'observer un déplacement. S'agissant des inventeurs les plus productifs Hoisl (2009) trouve qu'ils bénéficient des effets positifs de la mobilité.

On doit également avoir en tête que la mobilité est un processus qui permet la recombinaison sur une grande échelle. La mobilité constitue un processus favorisant l'hybridation (pour une analyse plus détaillée voir Latham *et al.*, 2012). L'inventeur ne perd pas le contact avec ses anciens collaborateurs. Grâce aux liens tissés au sein des réseaux professionnels les interactions de connaissances entre inventeurs persistent même lorsque des inventeurs sont séparés après des déplacements (Agrawal *et al.*, 2006). Enfin la mobilité constitue un vecteur puissant de la diffusion des connaissances et en particulier tacites au sein du système productif. La mobilité de l'inventeur a toujours été reconnu comme un mécanisme clé autorisant le transfert du savoir tacite entre firmes, industries, régions ou pays (Agrawal *et al.*, 2006). Cette dissémination est aussi importante pour expliquer les gains de productivité que la production de connaissances réellement nouvelles. Un déplacement n'est pas en fait un simple transfert de savoir d'un lieu à un autre lieu. Il augmente la capacité à solutionner des problèmes. Ce processus correspond au « knowledge re-use » que décrit Langlois (2001), un type de rendements d'échelle croissants au cœur de la croissance des secteurs et des nations. On retrouve ici une dimension systémique forte. Chaque système national d'innovation favorise plus au moins la mobilité inter firmes selon la réglementation, les pratiques des firmes, les normes de gestion du rapport salarial, les habitudes sociales ou culturelles¹⁹.

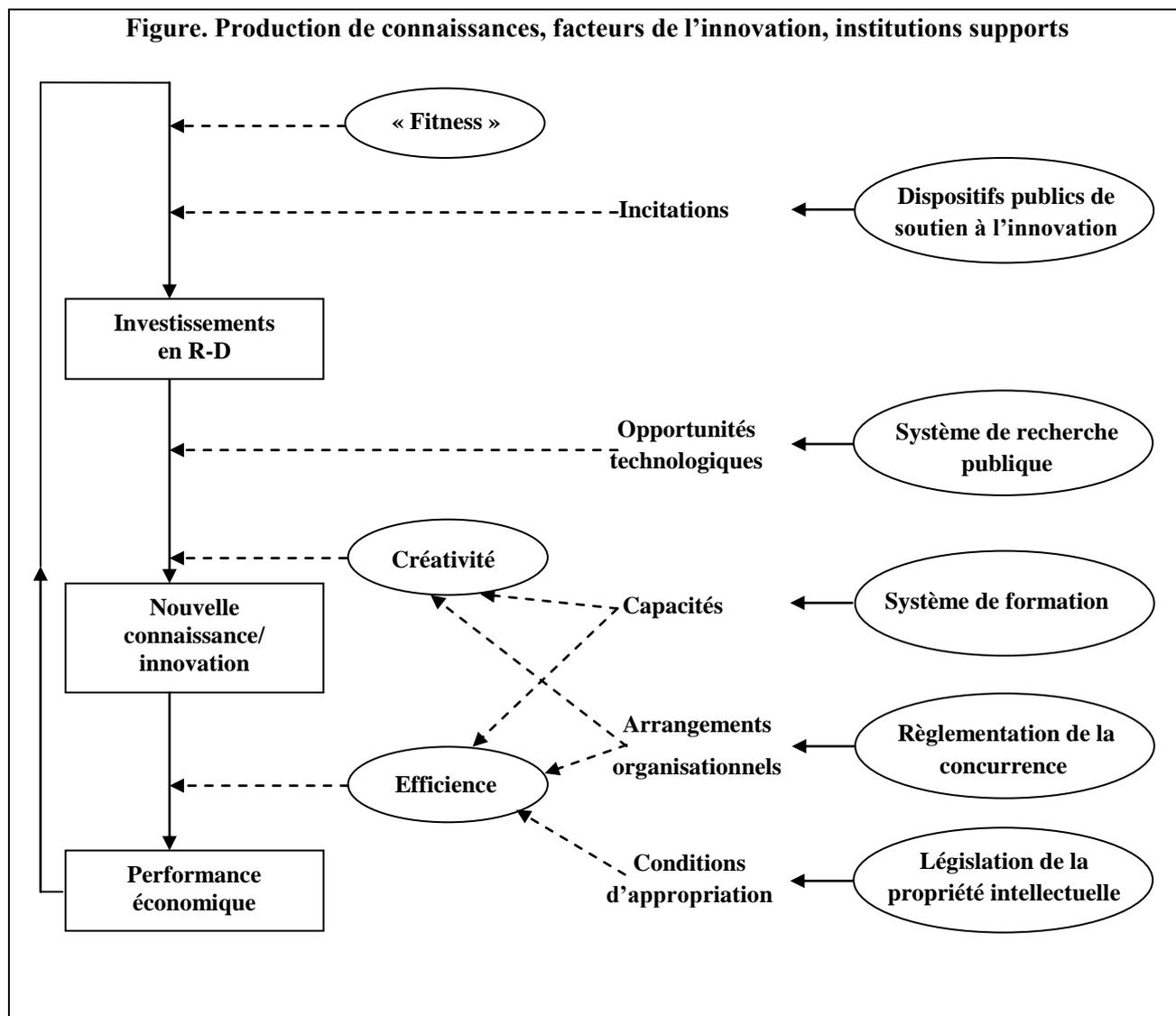
On peut inférer de notre analyse que du point de vue économique au moins deux relations sont importantes au niveau individuel (inventeur) : d'une part, une équation des déterminants de la productivité des inventeurs dans laquelle la mobilité serait une variable indépendante, d'autre part, une relation décrivant la valeur des inventions dans laquelle la productivité de l'inventeur serait une variable indépendante cruciale. On fait l'hypothèse que les différences entre les SNI se reflètent dans les relations liant productivité, mobilité et valeur des inventions. En estimant de telles relations on tend donc à décrire les particularités des systèmes d'innovation. On se propose donc d'examiner si les principaux coefficients des relations diffèrent selon les pays. De telles différences prouveraient l'existence de systèmes d'innovation ayant des traits spécifiques. Sur la base de l'analyse de données empiriques portant sur les quatre économies asiatiques quelques hypothèses peuvent être raisonnablement émises. Les différences de niveau technologique entre le Japon et la Corée, tous les deux sur la frontière, et la Chine, devrait signifier que la loi évolutionniste de détermination de la valeur de l'invention s'appliquerait plus au deux premiers qu'au dernier pays. La faible mobilité des salariés dans les grandes entreprises de Japon et de Corée fait que l'impact supposé de la mobilité que notre modèle prédit serait inopérant pour ces deux pays. L'importance de la mobilité internationale devrait être attestée pour Taiwan et avoir un impact sur la valeur des inventions. Nous proposerons dans la section suivante des hypothèses plus opérationnelles une fois nos variables définies.

¹⁹ Pour une meilleure compréhension nous proposons dans un encadré des développements qui positionnent notre approche des activités de production de connaissances (la créativité) par rapport aux démarches institutionnalistes des systèmes d'innovation.

Encadré

Système nationaux d'innovation et de production de connaissances

On explique ici comment notre schéma relatif aux lois de la production de connaissances peut s'articuler aux principaux éléments constitutifs des approches institutionnalistes des systèmes d'innovation (Freeman, 1987 ; Lundvall, 1992 ; Nelson, 1993). On part de l'innovation des firmes qui comprend deux processus (Latham et Le Bas, 2012) : 1) le processus de recherche-développement : qui transforme des ressources investies dans les activités d'invention en nouvelles connaissances, 2) le processus d'innovation proprement dit qui transforme les nouvelles connaissances technologiques en nouveaux produits, systèmes, processus, mais rentables pour la firme. Cette performance économique maintenue ou accrue autorise le réinvestissement de ressources financières dans l'activité de R-D. L'articulation de ces deux processus est pensée dans l'approche évolutionniste (voir notamment Metcalfe and Gibbons, 1986) à travers deux mécanismes : 1) l'efficacité ("efficiency") qui décrit la capacité de la firme à transformer les succès technologiques (innovations) en succès économiques (profits). En d'autres mots c'est une capacité à résister à la sélection, 2) l'aptitude à croître ("fitness") qui résume la volonté de la firme à (ré)investir dans du capital tangible et intangible de façon à accroître la productivité de la firme. On peut y ajouter la sphère de la créativité qui se trouve au cœur du processus de recherche. Ces mécanismes évolutionnistes de base sont conditionnés ou sous l'impact de facteurs généraux microéconomiques, sectoriels, macroéconomiques (voir Dosi, 1997). On peut les considérer comme des « drivers » de l'innovation : les incitations reçues notamment des structures de marché, les opportunités technologiques poussées par les progrès des sciences, les compétences des firmes, les arrangements que les organisations peuvent passer entre elles. Mais au-delà de cela il y a de multiples institutions qui viennent directement ou indirectement en support aux drivers de l'innovation. C'est à ce niveau que les approches en termes de système nationaux fournissent des matériaux pertinents: un ensemble d'institutions co-déterminant (ou co-évoluant avec) les drivers des processus d'innovation. Citons en quelques unes. Les structures d'incitations sont dépendantes des politiques d'innovation et des dispositifs de soutien financier (le crédit d'impôt recherche en France par exemple). Les institutions publiques de recherche scientifique forment une matrice pour les opportunités technologiques, comme le système d'éducation pour les compétences des organisations. La législation incite à promouvoir des arrangements institutionnels comme des joint-ventures, la « clusterisation » des activités industrielles, etc. Enfin les règles juridiques encadrant la propriété intellectuelle participent aussi de la détermination du comportement des firmes s'agissant des brevets, marques, dessins et modèles. Le cadre institutionnel impact les différents facteurs et drivers de l'innovation. En définitive les institutions que l'approche en termes de SNI retient affectent sans doute plus indirectement le processus d'innovation via les drivers. On voit qu'à l'exception des travaux de Lundvall (1992) sur la production de connaissances nouvelles dans les situations d'interactivité des agents, la sphère de la créativité est peu étudiée en soi, directement. C'est sur ce point que nos schémas de production de connaissances par recombinaison apportent des éléments de compréhension décisifs il nous semble. Le schéma montre bien que notre approche plus ciblée s'avère vraiment complémentaire des approches en termes de SNI. Elle nous dit également autre chose que ces dernières qui ne « descendent » pas jusqu'à ce niveau micro.



4. Productivité et mobilité des inventeurs prolifiques : données, estimations, résultats

4.1. La constitution de la base de données inventeurs.

Nous utilisons ici des données extraites de la base de données brevet du NBER. Cette base couvre tous les brevets déposés à l'office américain des brevets (United States Patent and Trademark Office ou USPTO) de 1975 à 2010. Le fichier sur lequel on a travaillé inclut tous les inventeurs. Pour ce travail on a sélectionné les inventeurs de Chine, du Japon, de Taiwan et de Corée. Les informations sur cette base peuvent être trouvées dans le travail de Hall, Jaffe et Trajtenberg (2001a). Une première exploitation d'envergure utilisant le potentiel de cette base de données est fournie par l'étude de Hall, Jaffe et Trajtenberg (2001b). Le livre de Jaffe et Trajtenberg (2002) aborde d'autres thématiques toujours sur la même base de données de brevets. La thèse de Volodine (2012) fait utilement le point sur l'évolution de la base de données du NBER et signale des améliorations possibles (non prises en compte ici). Elle est maintenant assez largement utilisée dans les travaux académiques.

Pour comparer les performances technologiques des pays on ne peut avoir recours aux données de dépôts de brevets dans les systèmes nationaux de brevets. En effet les entreprises

du pays ont un avantage dans leur système national (plus grande facilité de dépôt). En conséquence les indicateurs de performance seraient inévitablement biaisés. De plus les règles juridiques relatives à la protection des inventions sont différentes entre les pays (le système japonais de brevet dans le passé proche demandait plus de dépôts de brevets pour la même invention que les systèmes de brevet européen). Toutes ces limites interdisent de comparer les forces des pays par les dépôts de brevet de leur pays. Pour dépasser ces limites ont a pris l'habitude d'utiliser les dépôts de brevet dans un système de brevet non national. Le système de brevet européen répond à cette exigence, de plus l'office européen des brevets produit des données. Toutefois due à la jeunesse de ce système on ne dispose pas toujours du recul suffisant en termes de données quand il s'agit par exemple de construire un indicateur nécessitant une longue période (par exemple la valeur d'une invention mesurée par les citations de brevet). Le recours aux brevets américains présente un intérêt pour notre étude en ce que nous pouvons comparer les performances des pays et des inventeurs étrangers aux États-Unis. Compte tenu de l'importance du marché américain, les inventions un peu significatives doivent être protégées en plus de la protection obtenue sur le marché national, sur les marchés nord américains. Par rapport aux dépôts dans les systèmes de brevets nationaux, la décision de breveter aux États-Unis tend à filtrer les inventions en laissant de côté les inventions de moindre valeur. On peut ainsi aisément comparer les performances des inventeurs des quatre pays asiatiques produisant des inventions significatives en utilisant les riches données fournies par le NBER (évidemment une comparaison avec les inventeurs américains n'aurait pas de sens pour les raisons invoquées précédemment)²⁰. C'est ce qui a été fait ici.

On analyse les brevets déposés aux États-Unis (dit de l'USPTO) et les caractéristiques de milliers d'inventeurs des 4 pays asiatiques durant la période 1975 à 2010. On centre l'étude sur les inventeurs les plus prolifiques (les 5 % les plus productifs en termes de productivité, c'est-à-dire de nombre de brevets). Les brevets nous donnent une masse remarquable d'informations sur les inventeurs individuels : nom, adresse... qui couplées avec d'autres informations sur les déposants, les champs technologiques de dépôts des brevets permettent de cartographier plusieurs dimensions des processus d'invention au niveau individuel (individu et organisation). Il y a toutefois une difficulté de base qui est que nous n'avons pas de données sur les inventeurs via un numéro d'identification (comme pour les déposants). On doit donc reconstituer les données de base par inventeurs. Afin d'obtenir des données au niveau individuel un travail de repérage des noms et prénoms est nécessaire (« the names game » pour Trajtenberg *et al.*, 2006). Nous renvoyons à nos travaux antérieurs dans lesquels notre méthodologie est explicitée en détails ainsi que les principales difficultés d'un tel exercice (Latham *et al.*, 2011 ; Latham *et al.*, 2012). Ces difficultés ne sont pourtant pas inextricables²¹. Une fois cela fait des difficultés nouvelles apparaissent pour quantifier la mobilité inter firmes (la mobilité géographique est donnée immédiatement par l'adresse du domicile de l'inventeur et donc ne pose pas de problèmes). Nous pouvons établir assez facilement la mobilité entre propriétaires de brevets (« assignees ») grâce aux codes mis par l'office de brevets pour chaque déposant. En revanche, le nom de l'*entreprise* pouvant changer alors que l'entreprise industrielle quant à elle peut ne pas changer, on peut être amené sur la seule base des noms des entreprises déposantes à faire apparaître artificiellement de la mobilité inter firmes. C'est pour cela que nous observons attentivement les parcours de

²⁰ Sur les comparaisons internationales de données de brevets on se reportera à Basberg (1987), Griliches (1990), et Pavitt (1988).

²¹ Les difficultés sont sérieuses pour établir la liste des inventeurs à partir des noms et prénoms car les risques d'homonymie sont élevés. Mais ces difficultés bien réelles ont été souvent surestimées y compris pour les noms asiatiques (sur ce thème voir le point de vue de Nagaoka, 2008 et Onishi et Nagaoka, 2012).

mobilité des inventeurs ayant un nombre élevé de déposants différents. Pour chaque pays nous pouvons extraire la distribution des inventeurs selon leur nombre de brevets. Dans le prolongement de nos recherches antérieures nous considérons comme prolifiques les inventeurs classés dans les 5 % les plus productifs en termes d'inventions brevetées pour chaque pays pris séparément. Toutefois, compte tenu du niveau différent d'accumulation technologique selon les pays, le seuil de brevets correspondant à cette proportion (le seuil de « prolificness ») est de 7 brevets pour la Chine, 23 pour la Corée, 25 pour le Japon, 15 pour Taiwan²². On doit donc garder à l'esprit que l'on travaille sur une population d'inventeurs nettement moins productifs pour la Chine. De plus, pour éviter l'erreur toujours possible qui consisterait à assimiler deux inventeurs prolifiques à un seul (compte tenu des noms et prénoms identiques), ont été retirés de l'échantillon les inventeurs qui ont 200 brevets et plus. En termes de dépôts de brevets les inventeurs représentent presque la moitié du volume des brevets (on fait figurer entre parenthèses le volume total de brevets du pays dans la période) : 35 % pour la Chine (25 067), 58,7 % pour la Corée (197 453), 44,8 % pour le Japon (2 012 342), 44,6 % pour Taiwan (159 979). On voit combien la distribution des brevets est inégalitaire (presque 60 % des brevets coréens sont associés à 5 % des inventeurs²³). En travaillant sur les 5 % des inventeurs les plus productifs on a une image de la moitié des activités innovantes des pays (le tiers pour la Chine qui reste ainsi un peu en retrait). En conséquence, il nous suffit de travailler sur une petite population d'inventeurs mais très productifs pour obtenir une carte assez précise et représentative des systèmes d'innovation puisque si les inventeurs prolifiques constituent une petite fraction des inventeurs, leurs brevets représentent une très grande fraction du dépôt total de brevets.

4.2. Définition et mesure des principales variables.

Nos variables peuvent être maintenant définies et les problèmes de mesure explicités :

- a. La carrière des inventeurs. Dans nos données des inventeurs brevètent sur une longue période de temps, d'autres sur des périodes courtes. Cette durée de la carrière des inventeurs (variable : CAREER_DURATION) est évidemment cruciale pour apprécier la productivité réelle de l'inventeur. Deux mesures de la durée d'invention entrent comme variables de contrôle : la durée de la carrière de l'inventeur (CAREER_DURATION), période de temps entre le premier dépôt de brevet et le dernier. Cette durée peut être éventuellement entrecoupée de périodes sans dépôt de brevet. Pour contrôler ce facteur on introduit une autre variable (CAREER_TIME_GAP) qui mesure le nombre maximum d'années séparant deux dépôts de brevets consécutifs. On ajoute aussi une mesure de la dispersion de l'activité inventive au cours du temps. On calcule un indice d'Herfindahl-Hirschman mesurant la dispersion du nombre de brevets par année (PATENT_TIME_HHI). Hoisl (2007) a montré que la variable « time concentration » a un effet négatif sur la productivité des inventeurs (en contrôlant d'autres effets). Par ailleurs, on constate que des inventeurs ont des propensions à inventer qui sont distribuées de façon très différentes au cours du temps : beaucoup en début de carrière, peu à la fin (ou l'inverse). La variable PATENT_TIME_SKEW prend en compte la possible asymétrie de cette distribution. De même, on peut prendre en compte si cette distribution dans le temps présente des pics ou non par le calcul d'un coefficient d'aplatissement (PATENT_TIME_KURT). Un point essentiel est qu'ayant des données sur une période de

²² On remarque encore une fois combien Corée et Japon sont proches.

²³ Précisons qu'une invention brevetée est le produit d'une équipe d'inventeurs – dont les noms figurent dans les documents de brevet - et non d'un seul.

temps bornée par deux années, la carrière de certains inventeurs est nécessairement tronquée. Pour être certain d'avoir des données sur toute la période d'invention, on n'a pas inclus dans l'échantillon les inventeurs qui auraient breveté avant et également ceux qui pouvaient encore breveter après 2010. Pour mener à bien cet exercice on s'est assuré que l'on avait bien connaissance de la date du premier et dernier dépôt.

- b. La mobilité géographique des inventeurs peut être quantifiée *via* les adresses données par les documents de brevets. Nous retenons ici une mobilité entre villes (RES_MOVES_CITY) et une mobilité internationale (RES_MOVES_INTL). Les deux sont exprimées par un nombre de déplacements. Sur les difficultés concernant la construction de ces mesures on renvoie là encore à nos travaux antérieurs (Latham *et al.*, 2011 ; Latham *et al.*, 2012). Ces deux indicateurs font office de variables de contrôle. En revanche la mobilité inter firmes (FIRM_MOVES) constitue une variable indépendante essentielle. On construit cette mesure comme le nombre de déplacements entre firmes au cours de la carrière d'un inventeur. L'interprétation de ces données de comptage doit être faite avec précaution. Il est bien souvent difficile de savoir si deux firmes dans lesquelles l'inventeur travaille successivement sont vraiment indépendantes ou liées par des relations capitalistiques. On peut penser que nos données de mobilité enregistrent beaucoup plus une mobilité « inter assignees » (entre déposants de brevet ayant des noms différents) qu'une mobilité entre firmes. Il convient de noter que si nos mesures sont sans doute quelque peu imparfaites, elles ne présentent pas un biais systématique majorant ou minorant la variable mobilité. Remarquons de plus que les études d'autres chercheurs ayant investigué les effets de la mobilité des inventeurs (par exemple Hoisl, 2007 et 2009 ; Schankerman *et al.*, 2006), s'appuient sur des dispositifs de mesure tout à fait identiques.
- c. Mesure de la productivité de l'inventeur. Le nombre de brevets ajusté par la durée de la carrière constitue une bonne mesure de sa productivité. On obtient un nombre de brevets par année de carrière qui est une variable continue (variable : PATENTS_PER_YEAR).
- d. La spécialisation technologique de l'inventeur. Les chercheurs peuvent être différemment diversifiés dans leurs compétences technologiques. Les champs technologiques dans lesquels les brevets sont déposés renseignent sur leurs compétences de base. Certains sont très spécialisés, d'autres, au contraire, plus diversifiés. Afin d'obtenir une mesure générale nous avons construit pour chaque inventeur la variable 1-TECH_CAT_CONC où TECH_CAT_CONC est l'indice d'Herfindahl-Hirschman calculé sur le nombre de brevets réparties sur les 6 grands technologiques (voir la nomenclature plus loin). Plus l'inventeur est spécialisé et plus 1-TECH_CAT_CONC tend vers zéro. Cette variable est comprise entre zéro (très forte spécialisation) et un (très forte diversification). En général nos études antérieures sur les économies industrielles dominantes indiquaient une liaison forte entre spécialisation et productivité.
- e. La valeur des brevets est ici comptabilisée par les citations que reçoivent les brevets au cours de leur durée de vie. C'est une approche maintenant standard dans les études quantitatives sur la valorisation des brevets (Gay et Le Bas, 2005). L'usage de ce proxy n'est pas sans inconvénient. Ce type de mesure impose notamment que s'écoule une période de temps suffisamment longue après le dépôt du brevet pour connaître le nombre de citations reçues. Pour cette raison notre variable CITATIONS_NUMBER_B2005 correspond au nombre total de citations que reçoivent les brevets d'un inventeur prolifique avec cette restriction que le brevet doit être accordé *avant 2005*. Par ailleurs les citations mises le sont jusqu'à la fin 2010.

- f. On a aussi contrôlé pour chaque grand domaine technologique comme il est d'usage dans les études économétriques utilisant les données de brevets. En conséquence on a mis dans les relations à estimer des variables muettes pour chaque grand champ technologique (voir le tableau de définition des variables) correspondant au domaine de compétences de l'inventeur (donné par le document de brevet). Cette variable est qualitative et ne doit pas être confondu avec la variable quantitative 1-TECH_CAT_CONC qui fournit une *mesure* du degré de spécialisation technologique de l'inventeur.

4.3. Hypothèses.

Sur la base des analyses des systèmes d'innovation des quatre pays asiatiques faites dans les sections précédentes, et de nos travaux antérieurs (Latham *et al.*, 2012) sur les grandes économies industrielles dominantes (USA, Allemagne, France, Royaume-Uni), du modèle évolutionniste de production de connaissances par recombinaison et de ce que disent les études portant sur les caractéristiques des inventeurs (Hoisl, 2007 et 2009 ; Schankerman *et al.*, 2006 ; Trajtenberg, 2004 et 2006) ; on peut proposer quelques hypothèses relatives aux déterminants de la productivité/mobilité/valeur des inventions (avec tout en ensemble de variables de contrôle) :

1. La spécialisation technologique des inventeurs joue positivement sur la productivité des inventeurs. Compte tenu des spécifications choisies pour nos variables : le coefficient de la variable diversification technologique devrait avoir un signe négatif. Cette loi serait valable pour les quatre pays.
2. La mobilité inter firmes compte tenu de ce que l'on a dit de la faible ampleur de ce type de mobilité en Corée et au Japon, n'impacterait pas la productivité dans ces pays. Au contraire, elle devrait avoir un effet sur la productivité dans les deux autres pays.
3. S'agissant d'un déterminant de la mobilité inter firmes, la spécialisation joue négativement sur la mobilité : les inventeurs spécialisés sont moins mobiles (autrement dit la diversification technologique des inventeurs affecte positivement la mobilité),
4. La productivité de l'inventeur est un déterminant de la mobilité : les firmes tendent à rechercher/débaucher les inventeurs les plus productifs.
5. La loi évolutionniste générale de recombinaison des connaissances reliant productivité et valeur des inventions devrait être d'application générale. On peut toutefois penser que pour la Chine, pays entré plus tardivement dans le processus d'accumulation de connaissances, cette tendance devrait être moins forte.

Le tableau 2 donne la définition des variables. Le tableau 3 fournit un descriptif de chaque SNI à travers les valeurs prises par les variables spécifiques aux comportements des inventeurs prolifiques.

5. Estimation et résultats

Nous estimons avec nos données pour les 4 pays trois relations décrivant :

1. les déterminants de la productivité des inventeurs (nombre de brevets par année de carrière)
2. les déterminants de la mobilité inter-firmes des inventeurs
3. les déterminants de la valeur des inventions (citations reçues par chaque brevet).

Pour chaque relation nous mettons du coté droit de l'équation le même ensemble de variables (y compris les variables dite de contrôle). Ces spécifications quasi identiques font de nos régressions des régressions plus descriptives plus qu'interprétatives selon l'heureuse expression de Trajtenberg. Dans les deux premières relations les coefficients sont estimés par la méthode des moindres carrés ordinaires. Dans la troisième la variable dépendante étant une variable de comptage, le modèle binomiale négatif est appliqué. Venons en à l'analyse des résultats.

Tableau 2. Définition des variables

(Toutes les variables sont relatives à un inventeur individuel sur sa durée de vie d'invention)

| Nom de la variable | Définition |
|---------------------------|---|
| RES_MOVES_CITY | Nombre de déplacement entre villes |
| RES_MOVES_INTL | Nombre de déplacements internationaux |
| CITATIONS_NUMBER_B2005 | Nombre de citations obtenus par les brevets d'un inventeur |
| 1-TECH_CAT_CONC | Degré de spécialisation technologique |
| FIRM_MOVES | Nombre de déplacements entre firmes |
| PATENT_TIME_HHI | Indicateur de concentration dans le temps des brevets d'un inventeur |
| PATENT_TIME_SKEW | Indicateur d'asymétrie concernant la distribution dans le temps des brevets |
| PATENT_TIME_KURT | Indicateur d'aplatissement concernant la distribution dans le temps des brevets |
| CAREER_DURATION | Durée de carrière |
| CAREER_TIME_GAP | Nombre d'années séparant deux dépôts de brevets consécutifs maximum |
| TECH_CAT_1 | Chimie |
| TECH_CAT_2 | Informatique et communication |
| TECH_CAT_3 | Pharmacie et appareils médicaux |
| TECH_CAT_4 | Construction électrique et électronique |
| TECH_CAT_5 | Mécanique |

Tableau 3. Les principales variables : moyennes

| | Chine | Corée | Japon | Taiwan |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| RES_MOVES_CITY | 3,38806 | 51,16529 | 30,26315 | 17,15572 |
| RES_MOVES_INTL | 1,766791 | 8,931818 | 0,498333 | 3,33683 |
| CITATIONS_NUMBER_B2005 | 47,36331 | 271,6892 | 477,6799 | 200,188 |
| TECH_CAT_CONC | 0,647288 | 0,426193 | 0,478838 | 0,527426 |
| FIRM_MOVES | 5,572761 | 45,44835 | 26,38989 | 21,09994 |
| PATENT_TIME_HHI | 0,331124 | 0,139657 | 0,099045 | 0,175809 |
| PATENT_TIME_SKEW | -0,30483 | -0,81118 | -0,3716 | -0,47631 |
| PATENT_TIME_KURT | 0,961101 | 1,201003 | 0,368395 | 1,155878 |
| CAREER_DURATION | 7,539179 | 17,31818 | 23,89463 | 14,53948 |
| CAREER_TIME_GAP | 2,684701 | 3,555785 | 4,287143 | 3,707896 |
| TECH_CAT_1 | 0,251866 | 0,741736 | 0,689588 | 0,520707 |
| TECH_CAT_2 | 0,546642 | 0,940771 | 0,806327 | 0,700718 |
| TECH_CAT_3 | 0,160448 | 0,442837 | 0,314465 | 0,196576 |
| TECH_CAT_4 | 0,666045 | 0,966253 | 0,862671 | 0,916068 |
| TECH_CAT_5 | 0,322761 | 0,685262 | 0,744101 | 0,620652 |
| TECH_CAT_HHI | 0,546383 | 0,29605 | 0,349537 | 0,403005 |
| PATENTS_PER_YEAR | 2,735383 | 4,162627 | 2,463725 | 2,833471 |
| PATENTS_NUMBER | 16,4347 | 79,79339 | 58,99444 | 38,45997 |

a) Les déterminants de la productivité des inventeurs (tableau 4)

L'équation des déterminants de la productivité nous dit essentiellement deux choses concernant la mobilité inter-firmes et la spécialisation technologique de l'inventeur:

1) Le coefficient relatif à la mobilité inter firmes est bien positif pour la Chine et Taiwan, mais pas pour le Japon et la Corée. Cela confirme l'idée que dans ces deux pays la mobilité inter firmes est faible et non corrélée à la productivité de l'inventeur. Nos recherches précédentes montraient bien qu'il y avait une liaison positive entre la mobilité de l'inventeur et la productivité en termes de brevets pour la France, l'Allemagne, les États-Unis, le Royaume-Uni (Le Bas *et al.*, 2010). Précisons que nos estimations étant en coupe nous ne suivons donc pas le même inventeur au cours du temps. On ne peut donc mener des analyses en termes de causalité. Autrement dit nous comparons des inventeurs ayant des productivités et des mobilités différentes. On doit donc dire que les inventeurs à mobilité inter firmes forte ont des productivités plus élevée²⁴. Cette loi reste également valable pour la Chine et Taiwan mais pas pour le Japon et la Corée. S'agissant de la mobilité géographique. Il y a un effet de la mobilité régionale (entre villes) sur la productivité pour les trois pays les plus développés (donc pas en Chine). Difficile à interpréter pour la Corée et le Japon puisqu'elle ne semble pas corrélée à des déplacements entre firmes. Il y a peut être une relation plus complexe passant par les rémunérations des inventeurs. Les plus productifs sont les mieux rémunérés et partant peuvent se déplacer dans l'espace. Le coefficient estimé de la mobilité internationale est négatif (et significatif) pour la Corée et Taiwan. Compte tenu du type de modèle utilisé, il

²⁴ Ce que nous disons ici pour cette équation de productivité vaut également pour les autres relations.

vient que ce sont les inventeurs à plus forte productivité qui sont les moins mobiles à l'international (ce qui présente une certaine cohérence).

- 2) La spécialisation technologique de l'inventeur est associée à plus de productivité. Ce résultat vaut pour les quatre pays asiatiques.

Tableau 4. Relation des déterminants de la productivité des inventeurs prolifiques
(Variable dépendante : PATENTS_PER_YEAR. Coefficients en gras significatifs au seuil de 1 %)

| Variable dépendante : PATENTS_PER_YEAR | Chine | | Corée | | Japon | | Taiwan | |
|---|---------------|---------|---------------|---------|---------------|---------|---------------|---------|
| | Coef. | P-value | Coef. | P-value | Coef. | P-value | Coef. | P-value |
| RES_MOVES_CITY | 0,009 | 0,774 | 0,060 | 0,000 | 0,032 | 0,000 | 0,033 | 0,000 |
| RES_MOVES_INTL | 0,066 | 0,160 | -0,022 | 0,000 | 0,001 | 0,813 | -0,029 | 0,000 |
| CITATIONS_NUMBER_B2005 | 0,007 | 0,011 | 0,001 | 0,000 | 0,001 | 0,000 | 0,003 | 0,000 |
| 1-TECH_CAT_CONC | -1,929 | 0,000 | -1,189 | 0,000 | -0,794 | 0,000 | -1,037 | 0,000 |
| FIRM_MOVES | 0,071 | 0,003 | 0,001 | 0,665 | -0,001 | 0,675 | 0,023 | 0,000 |
| PATENT_TIME_HHI | 0,618 | 0,381 | 1,250 | 0,096 | 3,222 | 0,000 | 3,209 | 0,003 |
| PATENT_TIME_SKEW | -0,010 | 0,915 | 0,110 | 0,054 | -0,044 | 0,000 | -0,113 | 0,011 |
| PATENT_TIME_KURT | 0,033 | 0,329 | 0,039 | 0,035 | 0,012 | 0,004 | -0,014 | 0,547 |
| CAREER_DURATION | -0,132 | 0,003 | -0,122 | 0,000 | -0,075 | 0,000 | -0,134 | 0,000 |
| CAREER_TIME_GAP | -0,054 | 0,366 | -0,041 | 0,017 | -0,059 | 0,000 | -0,033 | 0,048 |
| TECH_CAT_1 | 0,294 | 0,116 | 0,039 | 0,581 | 0,029 | 0,068 | 0,135 | 0,015 |
| TECH_CAT_2 | 0,468 | 0,018 | 0,274 | 0,041 | 0,079 | 0,000 | 0,082 | 0,228 |
| TECH_CAT_3 | 0,156 | 0,388 | -0,063 | 0,218 | -0,036 | 0,002 | -0,114 | 0,063 |
| TECH_CAT_4 | 0,714 | 0,000 | -0,330 | 0,119 | 0,034 | 0,088 | 0,425 | 0,000 |
| TECH_CAT_5 | 0,466 | 0,010 | 0,132 | 0,032 | 0,050 | 0,002 | 0,167 | 0,007 |
| C | 1,976 | 0,000 | 3,992 | 0,000 | 3,036 | 0,000 | 2,595 | 0,000 |
| R ² | 0,519 | | 0,725 | | 0,666 | | 0,583 | |
| Nombre d'observations | 262 | | 1 229 | | 14 679 | | 1 614 | |

Tableau 5. Relation des déterminants de la mobilité inter firmes
(Variable dépendante : FIRM_MOVES/CAREER_DURATION. Coefficients en gras significatifs au seuil de 1 %)

| Variable dépendante : FIRM_MOVES/CAREER_DURATION | Chine | | Corée | | Japon | | Taiwan | |
|---|--------------|---------|---------------|---------|---------------|---------|---------------|---------|
| | Coef. | P-value | Coef. | P-value | Coef. | P-value | Coef. | P-value |
| RES_MOVES_CITY | 0,070 | 0,000 | 0,028 | 0,000 | 0,030 | 0,000 | 0,034 | 0,000 |
| RES_MOVES_INTL | - 0,060 | 0,044 | 0,018 | 0,000 | 0,000 | 0,973 | -0,009 | 0,022 |
| PATENTS_PER_YEAR | 0,266 | 0,017 | 0,107 | 0,000 | 0,036 | 0,000 | 0,218 | 0,000 |
| CITATIONS_NUMBER_B2005 | - 0,002 | 0,052 | 0,000 | 0,043 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,625 |
| 1-TECH_CAT_CONC | 0,964 | 0,001 | 1,024 | 0,000 | 0,359 | 0,000 | 0,747 | 0,000 |
| PATENT_TIME_HHI | - 0,013 | 0,976 | 0,189 | 0,716 | -0,615 | 0,000 | -0,600 | 0,468 |
| PATENT_TIME_SKEW | - 0,027 | 0,453 | 0,097 | 0,009 | -0,028 | 0,000 | -0,098 | 0,004 |
| PATENT_TIME_KURT | - 0,006 | 0,733 | 0,036 | 0,005 | -0,003 | 0,096 | -0,016 | 0,226 |
| CAREER_DURATION | 0,003 | 0,871 | -0,023 | 0,000 | -0,017 | 0,000 | -0,024 | 0,004 |
| CAREER_TIME_GAP | - 0,003 | 0,893 | -0,026 | 0,012 | 0,002 | 0,290 | -0,007 | 0,490 |
| TECH_CAT_1 | - 0,101 | 0,310 | 0,144 | 0,002 | 0,040 | 0,000 | -0,076 | 0,056 |
| TECH_CAT_2 | - 0,239 | 0,082 | 0,121 | 0,039 | 0,067 | 0,000 | -0,085 | 0,109 |
| TECH_CAT_3 | 0,096 | 0,298 | 0,198 | 0,000 | 0,084 | 0,000 | 0,162 | 0,001 |
| TECH_CAT_4 | - 0,156 | 0,097 | 0,086 | 0,293 | 0,039 | 0,000 | -0,676 | 0,000 |
| TECH_CAT_5 | 0,022 | 0,825 | 0,057 | 0,152 | 0,032 | 0,000 | 0,129 | 0,005 |
| C | - 0,057 | 0,756 | -0,349 | 0,078 | 0,150 | 0,000 | 0,866 | 0,005 |
| R ² | 0,443 | | 0,749 | | 0,830 | | 0,555 | |
| Nombre d'observations | 262 | | 1 229 | | 14 679 | | 1 614 | |

Tableau 6. Relation des déterminants de la valeur des inventions
(Variable dépendante : CITATIONS_NUMBER_B2005. Coefficients en gras significatifs au seuil de 1 %)

| Variable dépendante : CITATIONS_NUMBER_B2005 | Chine | | Corée | | Japon | | Taiwan | |
|---|--------------|---------|--------------|---------|---------------|---------|--------------|---------|
| | Coef. | P-value | Coef. | p-value | Coef. | P-value | Coef. | P-value |
| RES_MOVES_CITY | -0,018 | 0,573 | 0,005 | 0,154 | 0,008 | 0,000 | - 0,004 | 0,148 |
| RES_MOVES_INTL | 0,046 | 0,194 | 0,006 | 0,070 | 0,000 | 0,839 | 0,015 | 0,000 |
| PATENTS_PER_YEAR | 0,248 | 0,000 | 0,191 | 0,000 | 0,324 | 0,000 | 0,272 | 0,000 |
| 1-TECH_CAT_CONC | -0,419 | 0,256 | -0,202 | 0,210 | -0,224 | 0,000 | - | 0,000 |

| | | | | | | | | |
|------------------------------|--------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|-------------------|-------|
| | | | | | | | 0,917 | |
| FIRM_MOVES | -0,011 | 0,643 | -0,005 | 0,078 | -0,010 | 0,000 | - 0,001 | 0,655 |
| 1-PATENT_TIME_HHI | -0,182 | 0,868 | 2,185 | 0,003 | 4,015 | 0,000 | 0,903 | 0,098 |
| PATENT_TIME_SKEW | 0,181 | 0,073 | 0,511 | 0,000 | 0,238 | 0,000 | 0,357 | 0,000 |
| PATENT_TIME_KURT | -0,056 | 0,070 | -0,013 | 0,467 | 0,040 | 0,000 | 0,020 | 0,171 |
| CAREER_DURATION | 0,158 | 0,000 | 0,121 | 0,000 | 0,049 | 0,000 | 0,129 | 0,000 |
| CAREER_TIME_GAP | -0,067 | 0,089 | -0,051 | 0,001 | -0,035 | 0,000 | - 0,085 | 0,000 |
| TECH_CAT_1 | -0,143 | 0,395 | -0,099 | 0,146 | -0,043 | 0,004 | 0,066 | 0,222 |
| TECH_CAT_2 | -0,352 | 0,063 | 0,085 | 0,464 | 0,115 | 0,000 | - 0,084 | 0,195 |
| TECH_CAT_3 | -0,053 | 0,791 | -0,060 | 0,225 | -0,090 | 0,000 | - 0,006 | 0,935 |
| TECH_CAT_4 | -0,138 | 0,511 | 0,267 | 0,109 | 0,142 | 0,000 | - 0,055 | 0,615 |
| TECH_CAT_5 | -0,403 | 0,020 | -0,023 | 0,695 | -0,015 | 0,336 | 0,048 | 0,465 |
| C | 2,645 | 0,002 | 0,727 | 0,238 | 0,543 | 0,008 | 2,471 | 0,000 |
| Nombre d'observations | 262 | | 1 229 | | 14 679 | | 1 614 | |

On peut retenir de l'estimation de l'équation de productivité, et en contrôlant pour différents effets, que la mobilité est liée à la productivité d'une façon différente selon les pays²⁵. Il nous semble qu'en termes de système national d'innovation Corée et Japon sont très proches étant les seuls pays qui n'ont pas de liaison entre mobilité inter firmes et productivité des inventeurs. La principale différence entre ces deux pays est le coefficient significatif pour la mobilité internationale pour la seule Corée.

Il manque certainement à notre analyse des facteurs expliquant la productivité des inventeurs la prise en compte de leur niveau de compétence au début de leur cycle d'activité de recherche. Le diplôme au moment de l'entrée dans la carrière a certainement un impact qu'il faudrait contrôler. Onishi et Nagaoka (2012) ont par exemple montré que les inventeurs japonais possédant un doctorat ont une productivité annuelle (y compris en termes de valeur de leurs inventions) plus élevée que ceux qui ont des diplômes inférieurs.

b. Les déterminants de la mobilité des inventeurs (tableau 5)

Deux phénomènes sont communs à tous les pays. D'abord un effet positif de la productivité sur la mobilité. Cet effet montre que les inventeurs à plus haute productivité font plus de mobilité entre firmes. Ce résultat est en accord avec les résultats trouvés dans nos études antérieures pour les 4 plus grands pays industriels mais sur une période de temps plus courte s'arrêtant en 2002 (Latham *et al.*, 2012) et par Hoisl (2007) sur l'Allemagne. Notons que c'est pour le Japon que le coefficient est le plus bas. On doit noter que ces résultats ne sont pas contradictoires à ceux trouvés lorsqu'on estime la relation inverse (la productivité expliquée par la mobilité). Autre phénomène identique pour les pays : plus un inventeur possède des compétences technologiques diversifiées plus il est mobile entre les firmes. Les autres

²⁵ On ne traite pas ici du biais d'endogénéité entre productivité et mobilité inter firmes.

variables concernant la mobilité nous disent que la mobilité régionale (ou entre villes) est corrélée à la mobilité entre firmes. La mobilité internationale a des effets différents entre les pays : elle apparaît plutôt comme un substitut de la mobilité inter firmes en Chine et Taiwan (coefficient estimé négatif), un facteur favorable à la mobilité inter firmes (cas de la Corée), sans portée au Japon.

c) Les déterminants de la valeur des inventions (tableau 6)

La dernière relation concerne la valeur des inventions de chaque inventeur prolifique (tableau 6). La loi évolutionniste liant productivité et valeur des inventions se trouve validée pour les 4 pays (le coefficient estimé est toujours très significatif). Le coefficient est le plus élevé pour la Japon et le plus faible pour la Corée. Cette loi était également établie pour les 4 pays industriels dominants : la France, l'Allemagne, les États-Unis, le Royaume-Uni (Le Bas *et al.*, 2010). Cette « loi » est donc d'application générale. Le coefficient associé à la diversification technologique est toujours négatif et toujours significatif. Il l'est pour le Japon et Taiwan prouvant que la spécialisation est toujours un facteur donnant de la valeur à l'invention. Les variables relatives à la mobilité ne donnent pas de tendances claires. Un point à relever : la mobilité internationale joue un rôle positif à Taiwan confirmant de façon éclatante les études qualitatives mettant en évidence l'importance de la mobilité des hommes sur la construction des capacités technologiques des firmes. Mais là encore compte tenu du type de modèle en coupe on ne peut interpréter ce résultat en termes de causalité.

On peut revenir sur nos hypothèses de manière à offrir une vue synthétique de nos résultats :

- 1) L'hypothèse concernant l'effet de la spécialisation technologique des inventeurs sur leur productivité est bien valable pour les quatre pays asiatiques.
- 2) L'hypothèse concernant la mobilité inter firmes est aussi validée.
- 3) La spécialisation de l'inventeur joue négativement sur la mobilité comme prédit.
- 4) La productivité de l'inventeur est bien un déterminant de la mobilité inter firmes toutefois cette tendance s'applique en Chine avec une significativité statistique plus faible.
- 5) La loi évolutionniste générale de recombinaison des connaissances est d'application générale, donc même en Chine contrairement à ce que nous pensions.

Conclusion

Dans ce papier on a proposé une approche originale des processus d'invention centrée sur les « lois » de la production de connaissances technologiques. On l'a mobilisée pour rendre compte des caractéristiques des activités d'innovation de quatre grands pays asiatiques. Elle est fondée sur le présupposé qu'au cœur de la production de connaissances nouvelles, la productivité des inventeurs prolifiques permet de rendre compte d'une grande partie du volume et de la valeur des activités d'innovation des pays. En conséquence on s'est proposé de saisir les tendances expliquant les déterminants de leur productivité, de leur mobilité (comme vecteur du transfert de connaissances codifiées et tacites), et de la valeur de leurs inventions. Celles-ci étant supposées différentes selon les pays compte tenu des différences

dans les niveaux de développement technologique et dans les cadres institutionnels au sein desquels se fait la production de connaissances.

On a mis ce modèle à l'épreuve des observations en investiguant les activités d'innovation (à travers des données de brevets) des quatre grands pays asiatiques. Notre point de départ était que les différences entre le capitalisme japonais et coréen d'un côté et le capitalisme chinois de l'autre, étaient suffisamment importantes pour les caractériser de deux types différents : un capitalisme méso corporatiste d'un côté fondé sur la qualité de la relation salariale et du système d'innovation (nécessaire à un dynamisme « technologique » des exportations) ; un capitalisme chinois *développementaliste* de l'autre, fondé aussi sur un dynamisme d'exportation (mais d'un autre type, fondé sur des coûts salariaux faibles et non sur l'innovation), mais prêt à construire une croissance plus autocentrée sur la demande intérieure et une autonomisation de ces capacités d'innovation encore faibles (Boyer, 2011). On pouvait s'attendre à ce que sur les relations entre la productivité des inventeurs prolifiques, la valeur de leur invention (qui conditionne la croissance des firmes et des secteurs), leur mobilité soient différentes. Nos résultats montrent que deux régularités se retrouvent dans l'ensemble des 4 pays asiatiques²⁶: 1) la loi évolutionniste de détermination de la valeur de l'invention par la productivité de l'inventeur (loi « quasi universelle »), 2) une « loi » de spécialisation de l'inventeur qui associe une plus grande spécialisation technologique individuelle à une plus forte productivité. La première n'était pas attendue compte tenu que la Chine était dans la période de temps sous observation dans une phase de rattrapage. Nos résultats montrent par ailleurs qu'il y a des différences entre les 4 pays, principalement pour les phénomènes de mobilité. La mobilité inter firmes ne joue aucun rôle sur ou en liaison avec la productivité des inventeurs au Japon et en Corée. Au contraire en Chine et à Taiwan elle a un impact positif sur la productivité. Enfin, comme prévu, la mobilité internationale des inventeurs prolifiques joue un rôle dans la détermination de la valeur des inventions à Taiwan. Les systèmes d'innovation des grands pays asiatiques ne sont donc pas totalement identiques.

Notre analyse n'est pas exempte de limites. En mettant l'accent sur les différences et la diversité entre économies sur le temps long, on tend à gommer les dynamiques spécifiques à chacune des trajectoires nationales et surtout leurs transformations internes. Sur la période les économies asiatiques ont connu des crises financières, des crises « longues » (principalement pour le Japon), des séries de réformes majeures (Chine), une adaptation à la globalisation, etc. Chacune des économies a réagi différemment à ces chocs et à aux limites de la croissance économique. Par exemple, le Japon a vu une réelle transformation de ses grandes organisations industrielles (Boyer *et al.*, 2011). Par ailleurs, au début de la période Corée et Taiwan restent encore loin du Japon en termes de performance de leurs activités technologiques. Les variables qu'on mobilise (comme le nombre de déplacements sur une période de temps, les nombre de citations reçues) ne sont pas bien appropriées pour le suivi en séries temporelles des phénomènes.

Ainsi notre approche tend à éclairer la structure de la production de connaissances, le moteur de l'innovation, laissé plutôt dans l'ombre dans les approches par trop macroscopiques en termes de SNI qui, au contraire, s'intéresse essentiellement à l'environnement institutionnel au sens large des organisations innovantes. Elle met aussi en évidence l'importance de la dissémination du savoir via la mobilité (qui constitue dans notre approche une variable essentielle). On ne prétend néanmoins pas que notre approche puisse remplacer ou se substituer aux démarches institutionnalistes. Elle apparaît complémentaire des approches

²⁶ Et qu'on retrouve également dans les autres grands pays industriels (voir Latham *et al.*, 2012).

institutionnalistes en termes de systèmes nationaux d'innovation. Nous ne traitons pas cette complémentarité dans notre travail, on peut néanmoins indiquer comment elle pourrait être signifiée. En effet certaines de nos variables apparaissent également déterminées par des facteurs institutionnels. Envisageons deux aspects. La mobilité des inventeurs dépend fortement des institutions réglant la gestion de la main d'œuvre (le rapport salarial dans le corpus régulationniste). Il en va sans doute également pour la durée de carrière des inventeurs. Selon que les nations organisent des passerelles entre métiers, fonctions ou institutions, les carrières d'inventeurs peuvent être plus ou moins longues. Le degré de spécialisation technologique (ou son inverse, le degré de diversification technologique) des inventeurs a sans doute aussi des racines institutionnelles nationales. Récemment Gruber *et al.* (2012) montrent que l'étendue de la capacité de recombinaison de connaissances technologiques diffère selon que l'inventeur a une éducation scientifique, ou au contraire a reçu une éducation d'ingénieur. On peut alors penser que selon que les institutions et les cultures des nations valorisent ou développent tel ou tel type d'éducation supérieure, les pays poussent à des niveaux de spécialisation différents des inventeurs.

Au titre de possibles prolongements on peut envisager de mieux cerner l'origine des inventeurs prolifiques (académiques, industriels issus de grandes firmes, privés/publics ; petites organisations...)²⁷. Cette analyse serait plus conforme à l'approche institutionnelle des SNI. On devrait également tenter de cerner les dynamiques temporelles. Deux démarches seraient possibles. D'abord contrôler les effets temps en introduisant des variables muettes pour les dates du premier dépôt de brevet. Ensuite répliquer les estimations pour deux sous périodes afin de mieux mesurer à travers les variations des coefficients (et des « p-value ») ce que le « temps change ». En quelque sorte on pourrait ainsi tester la stabilité des tendances mises à jour dans ce travail.

Références

- Agrawal, A., Cockburn, I. et McHale, J., (2006), « Gone but not forgotten: knowledge flows, labor mobility, and enduring social relationships ». *Journal of Economic Geography*, vol. 6, n° 5, p. 571-591.
- Allen, T. J., Tushman, M. L. et Lee, D. M. S., (1979), « Technology Transfer as a Function of Position in the Spectrum from Research Through Development to Technical Services », *Academy of Management Journal*, vol. 22, n° 4, p. 694-708.
- Altenburg, T., Schmitz, H. et Stamm, A., (2008), « Breakthrough China's and India's Transition from Production to Innovation ». *World Development*, vol. 36, n° 2, p. 325-344.
- Amable, B. et Petit, P., (2003), « The diversity of social systems of innovation and production during the 1990s », in Touffut, J.-P., *Institutions, Innovation and Growth. Selected Economic Papers*, Edward Elgar, Cheltenham, p. 207-244.
- Amable, B., Barré, R. et Boyer, R., (1997), *Les systèmes d'innovation à l'heure de la globalisation*, Economica, Paris.

²⁷ Dans ce travail on s'est essentiellement intéressé au signe des coefficients et à leur significativité. Un prolongement possible serait d'analyser leur grandeur. Si nos équations sont bien spécifiées ils pourraient nous dire plus encore sur les différences entre les systèmes d'innovation.

- Antonelli, C., (2008), *Localised Technological Change. Towards the Economics of complexity*, Routledge, Oxon.
- Antonelli, C., (2011), *Handbook on the Economic Complexity of Technological Change*. Edward Elgar, Cheltenham.
- Basberg, B. L., (1987), « Patents and the Measurement of Technological Change: A Survey of the Literature ». *Research Policy*, vol. 16, n° 2-4, p. 131-141.
- Boyer, R., (2011), *Les financiers détruiront-ils le capitalisme ?*, Economica, Paris.
- Boyer, R., Uemura, H. et Isogai, A., (éds), (2011), *Diversity and Transformations of Asian Capitalisms*, Routledge, Londres et New York.
- Branstetter, L. et Jong-Rong, C., (2006), « The impact of technology transfer and R-D on productivity growth in Taiwanese industry: Microeconometric analysis using plant and firm-level data ». *Journal of the Japanese & International Economies*, vol. 20, n° 2, p. 177-192.
- Brown, B. S. et Duguid, P., (1998), « Organizing Knowledge ». *California Management Review*, vol. 40, n° 3, p. 90-111.
- Chacko, G. K., (1986), « International technology transfer for improved production functions ». *Engineering Costs & Production Economics*, vol. 10, n° 3, p. 245-252.
- Choung, J.-Y., (1998), « Patterns of Innovation in Korea and Taiwan ». *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 45, n° 4, p. 357-365.
- Dodgson, M., (2009), « Asia's national innovation systems: Institutional adaptability and rigidity in the face of global innovation challenges ». *Asia Pacific Journal of Management*, vol. 26, n° 3, p. 589-609.
- Dogson, M. et Gann, D., (2010), *Innovation. A very short introduction*, Oxford University Press, Oxford.
- Dosi, G., (1997), « Opportunities, incentives and the collective patterns of technological change ». *Economic Journal*, vol. 107, n° 444, p. 1530-1547.
- Edquist, C., (1997), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organisations*, Pinter Publishers, Londres et Washington.
- Ernst, H., Leptien, C. et Vitt, J., (2000), « Inventors are not alike: The distribution of patenting output among industrial R&D personnel ». *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 47, n° 2, p. 184-199.
- Fagerberg, J., Godinho, M. M., (2004). « Innovation and Catching-Up », in Fagerberg, J., Mowery, D., et Nelson, R., (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*, New York, Oxford University Press, p. 514-542.
- Fleming, L. et Szigety, M., (2006), « Exploring the tail of creativity : an evolutionary model of breakthrough invention », in Baum, J. A. C., Stanislav, D. D. et Van Witteloostuijn, A., (eds.), *Advances in Strategic Management*, Volume 23 - Ecology and Strategy, Part V: Technology Strategy, Emerald Group Publishing Limited, Bingley, p. 335-359.
- Fleming, L., (2001), « Recombinant uncertainty in technological search ». *Management Science*, vol. 47, n° 1, p. 117-132.

- Fleming, L., (2007), « Breakthroughs and the "long tail" of innovation ». *MIT Sloan Management Review*, vol. 49, n° 1, p. 69-74.
- Freeman, C., (1995), « The national system of innovation in historical perspective ». *The Cambridge Journal of Economics*, vol. 19, n° 1, p. 5-24.
- Fujimoto, M., (2004), « Scientists and Engineers: Their career paths and intentions », in Hioki, K. et Kawakita, M., (eds.), *MOT (Management of Technology) of Japanese Style*, Act., p. 37-59.
- Fujimoto, M., (2005), « On the Relationship between Entrepreneurship and Mobility: Scientists & Engineers operation with in Organizational Structure », Report of Research Development Venture Company and Social Environment, Report of Ministry of Economy Trade and Industry project. Doshisha Univ., Mar. p. 3-22.
- Furman, J., Porter, M. E. et Stern, S., (2002), « The Determinants of National Innovative Capacity ». *Research Policy*, vol. 31, n° 6, p. 899-933.
- Gambardella, A., Harhoff, D. et Verspagen, B., (2005), « The value of patents », NBER Conference : *The Economics of Intellectual Property*, Cambridge, Massachusetts.
- Gay, C. et Le Bas, C., (2005), « Uses without too much abuses of patents citations or the simple Economics of Patents Citations as a measure of the value and origin of codified Knowledge ». Présentation du numéro spécial de *The Economics of Innovation and New Technology*, vol. 14, n° 5, p. 333-338.
- Gay, C., Le Bas, C. et Latham, W., (2008), « Collective Knowledge, Prolific Inventors and the Value of Inventions: An Empirical Study of French, German and British Owned U.S. Patents, 1975-1998 », *The Economics of Innovation and New Technology*, vol. 17, n° 1-2, p. 5-22.
- Griliches, Z., (1990), « Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey ». *Journal of Economic Literature*, vol. 28, n° 4, p. 1661-1707.
- Gruber, M., Harhoff, D. et Hoisl, K., (2012), « Knowledge Recombination across Technological Boundaries: Scientists versus Engineers », MTEI Working Paper. Feb.
- Gu, S. et Lundvall, B-Å, (2006), « China's innovation system, harmonious growth and endogenous innovation ». *Innovation Management Practice and Policy*, vol. 8, n° 1-2, p. 1-26.
- Hall, B. H., Jaffe, A. B. et Trajtenberg, M., (2001a), « The NBER Patent citations Data File: Lessons, Insights and methodological tools », *NBER Working Paper*.
- Hall, B. H., Jaffe, A. B. et Trajtenberg, M., (2001b), « Market Value and Patent Citations: A First Look », *UC Berkeley Working Paper*, n° E 01-304.
- Han, P.-C., (2007), « The Mobility of Highly Skilled Human Capital in Taiwan ». *Applied Economics*, vol. 39, n° 7-9, p. 1195-1205.
- Harada, Y. et Toyama, H., (2012), « Asian Capitalisms : institutional configurations and firm heterogeneity », in Boyer, R., Uemura, H. et Isogai, A., (éds), *Diversity and Transformations of Asian Capitalisms*, Routledge, Londres et New York, p. 243-263.
- Hayashi, T., (1999), « Higashi Ajia wo ririku saseru gijutsu kaihatsu-ryoku (The capability of technological development in East Asia) », in Shindoh, E., (éd.), *Ajia Keizai Kiki wo Yomitoku (Understanding Asian Economic Crisis)*, Nihon Keizai Hyoronsha, Tokyo.

- Hobday, M., (1995), « East Asian latecomer firms: learning the technology of electronics ». *World Development*, vol. 23, n° 7, p. 1171-93.
- Hoisl, K., (2007), « Tracing Mobile Inventors -The Causality between Inventor Mobility and Inventor Productivity». *Research Policy*, vol. 36, n° 5, p. 619-636.
- Hoisl, K., (2009), « Does Mobility Increase the Productivity of Inventors? ». *Journal of Technology Transfer*, vol. 34, n° 2, p. 212-225.
- Hu, A. G. Z. et Jaffe, A. B., (2001), « Patent Citations and International Knowledge Flow: The Cases of Korea and Taiwan ». *International Journal of Industrial Organization*, vol. 21, n° 6, p. 849-880.
- Hu, A. G. (2003). « Patent Citations and International Knowledge Flow: The Cases of Korea and Taiwan ». *International Journal of Industrial Organization* vol. 21, n° 6, p. 849-880.
- Hu, M.-C. et Matthews, J., (2005), « National innovative capacity in East Asia ». *Research Policy*, vol. 34, n° 9, p. 1322-1349.
- Intrarakummerd, P., (2006), « Thailand's national innovation system in transition », in Lundvall B.-Å., Intrarakummerd P. et Vang J., (éds.), *Asia's innovation systems in transition*, Elgar, London, p. 100-122.
- Jaffe, A. B. et Trajtenberg, M, (2002), *Patents, Citations and Innovations: A Window on the Knowledge Economy*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- Kim, L. et Nelson, R., (2000), *Technology, Learning and Innovation*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Kim, L., (1997), *Imitation to Innovation. The Dynamics of Korea's Technological Learning*, Harvard Business School Press, Boston.
- Kim, Y., (2011), « From catch-up to overtaking: competition and innovation in the semiconductor industries of Korea and Japan ». *Asian Journal of Technology Innovation* vol. 19, n° 2, décembre, p. 297-311.
- Lacetera, N., Cockburn, I. et Henderson, R. M., (2004), « Do firms change capabilities by hiring new people? A study of the adoption of science-based drug discovery », in Baum, J. A. C. et McGahan, A. M., (eds.), *Business Strategy over the Industry Lifecycle: Advances in Strategic Management*, vol. 21. Elsevier, Boston, MA, pp. 133-159.
- Langlois, R., (2001), « Knowledge, consumption, and endogenous growth », *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 11, n° 1, p. 77-93.
- Latham, W. et Le Bas, C., (2011), « Causes, consequences and dynamics of 'complex' distributions of technological activities: the case of prolific inventors », in Antonelli C., (éd.), *The System Dynamics of Technological Change*, Edward Elgar, Cheltenham, p. 221-239.
- Latham, W. et Yin, H., (2009), « Technological Development in China 1985-2004: Evidence from Domestic Patents », *Economies et Sociétés, Série W*, n° 11, p. 11-40.
- Latham, W., Le Bas, C. et Volodin, D., (2012), « Value of invention, prolific inventor productivity and mobility: evidence from five countries, 1975-2002 », *Economies et Sociétés, Série W*, n° 14, p 11-40.

- Latham, W., Le Bas, C., Bouklia-Hassane, R. et Volodine, D., (2011), « Interregional mobility, productivity and the value of patents for prolific inventors in France, Germany and the U-K », *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, vol. 7, n° 1/2/3, p. 92-113.
- Le Bas, C. et Sierra, C., (2002), « Location versus home country advantages in R&D activities : some further results on multinationals' locational strategies », *Research Policy*, vo. 31, n° 4, p. 589-609.
- Le Bas, C., Cabagnols, A. et Bouklia, R., (2010), « Prolific Inventors: Who are They and Where do They Locate? Evidence from a Five Countries US Patenting Data Set », *International Centre for Economic Research*, Working Paper N° 14/2010, SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1625743>.
- Lechevalier, S., (2011), « The Increasing Heterogeneity of Firms in Japanese Capitalism », in Boyer, R., Uemura, H. et Isogai, A., (dir.), *Diversity and Transformations of Asian Capitalisms*, Routledge, Routledge Studies in the Modern World Economy.
- Liao, S.-H. et Hu, T.-C., (2007). « Knowledge transfer and competitive advantage on environmental uncertainty: An empirical study of the Taiwan semiconductor industry ». *Technovation*, vol. 27, n° 6/7, p. 402-411
- Lundvall, B.-Å. (1988), « Innovation as an Interactive Process - from User-Producer Interaction to the National System of Innovation », in Dosi G. *et al.*, (éds), *Technical Change and Economic Theory*, Pinter Publishers, Londres, p. 349-369.
- Lundvall, B.-Å., (1985), « Product innovation and user-producer interaction ». *Industrial development Research Series*, n° 31.
- Lundvall, B.-Å., (1992), « *National Systems of Innovation - Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning* », Pinter Publishers, London.
- Lundvall, B.-Å., (2007), « Innovation systems: theory and policy », in Hanusch, H. et Pyka, A., (eds), *Elgar Companion To Neo-Schumpeterian Economics*. Edward Elgar Publishing, Incorporated, Londres.
- Lundvall, B.-Å., Joseph, K. J. Chaminade, C. et Vang, J., (2009), *Handbook of Innovation Systems and Developing Countries*, Edward Elgar Publishing Inc, Cheltenham.
- Murakami, Y., (2010), « Japan's Brain Drain: An Analysis of Japanese Researchers Living in the United States ». *Japanese Economy*, vol. 37, n° 2, p. 23-57.
- Nagaoka, S., (2008), « Inventors & Invention Process in Japan: Some Implications on R&D Governance ». *Economy, Culture & History Japan Spotlight*, vol. 27, n° 3, p. 14-16.
- Nagaoka, S., Igami, M., Walsh, J. P. et Ijichi T., (2011). « Knowledge Creation Process in Science: Key Comparative Findings from the Hitotsubashi-NISTEP-Georgia Tech Scientists' Survey in Japan and the US », IIR Working Paper 11-09, Institute of Innovation Research, Hitotsubashi University.
- Nelson, R. R., (éd.) (1993) *National Innovation Systems: A comparative analysis*, Oxford University Press, New York.
- Nelson, R. R., (2003), « Physical and Social Technologies, and Their Evolution ». *Économie Appliquée*, tome LVI, p. 13-29.
- Nohara, H., (2006), « Réformes de la recherche publique au Japon : rénovation en cours ». *Les annales des Mines : Gérer et Comprendre*, n° 86, p. 66-75.

- Odagiri, H., (2006), « Advance of science-based industries and the changing innovation system of Japan », in Lundvall, B-Å, Intarakumnerd, P., et Vang, J., (eds), *Asia's Innovation Systems in Transition*, Edward Elgar, Cheltenham, p. 200-226.
- OECD, (2011), *Études économiques de l'OCDE : Chine 2010*. 260 pages.
- Onishi, K., Nagaoka, S., (2012), « Life-cycle Productivity of Industrial Inventors: Education and other determinants », Discussion papers 12059, Research Institute of Economy, Trade and Industry (RIETI).
- Paruchuri, S., (2009). « Intraorganizational networks, interorganizational networks, and the impact of central inventors: A longitudinal study of pharmaceutical firms ». *Organization Science*, Online Articles in Advance (January 22), p. 1-18.
- Pavitt, K., (1988), « Uses and Abuses of Patent Statistics », in van Raan A. F. J., (éd.), *Handbook of Quantitative Studies of Science and Technology*, Elsevier Science Publishers. Elsevier, Amsterdam, p. 509-536.
- Rasiah, R., Kong, X. et Lin, Y., (2010), « Innovation and Learning in the Integrated Circuits Industry in Taiwan and China ». *Journal of the Asia Pacific Economy*, vol. 15, n° 3, p. 225-246.
- Rothaermel, F. T. et Hess, A. M., (2007), « Building Dynamic Capabilities ». *Organization Science*, vol. 18, n° 6, p. 898-921.
- Saxenian ,A. L., (2003), « Transnational technical communities and regional growth in the periphery », in Touffut, J. P., (ed.), *Institutions, Innovation and Growth: Selected Economic Papers*, The Saint Gobain Centre for Economic Studies Series, Edward Elgar, Cheltenham.
- Saxenian, A. L., (2001), « Immigrant Entrepreneurship in Silicon Valley », in Cornelius W. et Espenshade, T., (eds.), *The International Migration of the Highly Skilled: Demand, Supply and Development Consequences*, Center for Comparative Immigration Studies, La Jolla, Univ of California at San Diego.
- Saxenian, A. L. et Hsu, J.-Y., (2001), « The Silicon Valley-Hsinchu Connection: Technical Communities and Industrial Upgrading ». *Industrial and Corporate Change*, vol. 10, n° 4, p. 893-920.
- Saxenian, A. L., (2005), « From Brain Drain to Brain Circulation: Transnational Communities and Regional Upgrading in India and China ». *Studies in Comparative International Development*, vol. 40, n° 2, p. 35-61.
- Schankerman, M., Shalem, R. et Trajtenberg, M., (2006), « Software Patents, Inventors and Mobility », Working Paper.
- Simonton D. K., (1999), *Origins of Genius: Darwinian Perspectives on Creativity*, Oxford University Press, New York.
- Storz, C. et Schäfer, S., (2011), *Institutional Diversity and Innovation. Continuing and Emerging Patterns in Japan and China*, Routledge: "Studies in Global Competition", Routledge, Londres New York.
- Sun, Y., (2002), « Sources of Innovation in China's Manufacturing Sector: Imported or In-house Developed? ». *Environment and Planning*, vol. 34, n° 6, p. 1059-1072.

- Tokomaru, N., (2009), « Technology accumulation in East Asia. A statistical analysis of the “uneven” accumulation of technological competence ». *Economies et Sociétés*, Série W, n° 11.
- Trajtenberg, M., (2004), « The names game: Using Inventors Patent Data in Economic Research ». <http://www.tau.ac.il/~manuel/>; Power-point Presentation.
- Trajtenberg, M., (2006), « Mobility of inventors and the productivity of research ». Power point presentation, juillet.
- Trajtenberg, M., Shiff, G. et Melamed, R., (2006), « The "Names Game": Harnessing Inventors' Patent Data for Economic Research », NBER working paper series, n° w12479.
- Tushman, M. L. et Katz, R., (1980), « External communication and project performance: An investigation into the role of gatekeepers ». *Management Science*, vol. 26, n° 11, p. 1071-1085.
- Tushman, M., (1977), « Special boundary roles in the innovation process », *Administrative Science Quarterly*, vol. 22, p. 587-605.
- Van Reenen, J. et Yueh, L., (2012), « Why Has China Grown So Fast? The Role of International Technology Transfer », CEP Discussion Paper n° 1121, February.
- Volodin, D., (2012), « The effects of inventor mobility, inventive team characteristics, and the patent examination process on patent values », PhD University of Delaware.
- Weitzman, M. L., (1996), « Hybridizing growth theory ». *American Economic Review*, vol. 86, n° 2, p. 207-212.
- WIPO, (2011), Rapport sur la propriété intellectuelle dans le monde. Le nouveau visage de l'innovation. OMPI Série Économie et statistique de l'OMPI.
- Yam, R. C. M., Guan, J. C., Pun, K. F. et Tang, E. P. Y., (2004), « An audit of technological innovation capabilities in Chinese firms: some empirical findings in Beijing, China ». *Research Policy*, vol. 33, n° 8, p. 1123-1140.
- Yang, C.-H., (2003), « Protecting Foreign Inventors or a Learning Channel? Evidence from Patents Granted in Taiwan ». *Economics Letters*, vol. 81, n° 2, p. 227-231.
- Yueh, L., (2010), *The Economy of China*, Edward Elgar, Cheltenham.
- Zweig, D., (2006), « Competing for Talent: China's Strategies to Reverse the Brain Drain ». *International Labour Review*, vol. 145, n° 1-2, p. 65-89.