

# **Les inventeurs prolifiques comme déterminants des performances technologiques des firmes**

*Christian LE BAS*

**n° 2014-09**

# **Les inventeurs prolifiques comme déterminants des performances technologiques des firmes<sup>1</sup>**

Christian Le Bas

Full Professor of Economics/Professeur d'économie

ESDES - School of Management- Catholic University of Lyon

## **Abstract:**

Prolific inventors as determinants of firm technological performances

The paper draws on the stream of the literature emphasizing the importance of very productive individuals for explaining firm innovative performance. Our contribution is threefold: we study performance in the firm dominant technological field, we survey all firms and sectors, we use RTA index as a proxy for firm technological performance. Our data come from the NBER patenting data set. Our estimations confirm the view that prolific and highly (stars) inventors contribute to technological performance in the firm main technological domain.

**Key words:** Prolific inventor, patent, technological performance, dominant technological field

**JEL codes:** D22, O31, O32

---

<sup>1</sup> Une première version de ce papier a été présentée aux journées de l'AIMS « Capacité dynamiques et innovation » Nice avril 2013 sous le titre « Capacités dynamiques, inventeurs prolifiques et performances technologiques des firmes ». J'ai bénéficié du travail de Riad Boubli pour la réalisation des estimations. Je remercie Cécile Ayerbe pour ses commentaires. Cette recherche a été financée par l'ANR dans le cadre du programme apprentissage.

## **Introduction**

Dans cet article on se situe dans la perspective qui considère les ressources humaines à haute qualification dans les activités de connaissances (recherche, innovation, ingénierie) comme des déterminants des performances technologiques des firmes. Par rapport à la littérature existante que l'on décrit dans la première partie nous considérons l'impact des inventeurs prolifiques (une catégorie de ressources humaines à haute qualification) sur les performances technologiques. Alors que la littérature envisage la performance pour la firme dans son ensemble, nous ciblons ici les déterminants des performances dans les technologies principales ou cœur des firmes. Un second apport par rapport à la littérature existante est que nous testons notre hypothèse concernant l'impact des inventeurs prolifiques sur tous les secteurs et non un seul ou quelques uns comme il fait généralement. Cela est rendu possible par l'usage d'une base de données de brevet que l'on décrit dans la seconde partie. Un troisième apport renvoie à l'indicateur que nous mobilisons : l'indice des avantages technologiques révélés dans le champ technologique dominant comme métrique des performances technologiques (voir seconde partie). Les régressions présentées dans la troisième partie sur deux pays (France et Royaume-Uni), la période 1976-2002 et un échantillon au total de 19 000 firmes confirment notre hypothèse centrale.

Le plan est donc le suivant. Dans la section 1 nous passons en revue la littérature puis avançons nos questions de recherche. Ensuite les questions de méthodes (indicateurs, données, modèles) sont envisagées. Nos estimations et la discussion des résultats sont fournis dans la dernière section.

### **1. Les performances technologiques des firmes et les ressources humaines à haute productivité : survol de littérature et questions de recherche**

De quoi parle-t-on quand on aborde la notion de performance technologique des firmes ? Cette notion peut être confondue avec les notions voisines de performance innovative ou de performance inventive. Selon Griliches (1998) la performance technologique des firmes renvoie à leur capacité à combiner des inputs de R-D en vue de produire des inventions mesurée par des brevets. Une fonction de production de connaissances expliquant les brevets obtenus par les inputs de R-D décrit cette combinaison. Elle se distingue de la performance d'innovation au sens étroit (Hagedoorn et Cloudt, 2003) qui est associée à la capacité de produire des inventions qui sont acceptées par le marché et les utilisateurs. L'indicateur de part du chiffre d'affaires occupée par les produits innovants fourni par les enquêtes innovation communautaires constitue une bonne mesure de cette performance innovative. Une définition moins stricte de la performance d'innovation décrit comment les firmes accomplissent l'activité qui va de la nouvelle idée jusqu'à l'introduction d'inventions sur le marché (Ernst, 2001). Cette approche est centrée que sur les dimensions *technologiques* de la production d'innovation (Hagedoorn et Cloudt, 2003) elle exclut donc le phénomène de succès économiques de l'innovation (Grupp, 1994). C'est elle que nous retenons ici.

Par ailleurs toute une littérature traite de la diversité technologique des firmes jugée cruciale pour la croissance et les performances des grandes firmes (Cantwell *et al.*, 2004 ; Grandstrand *et al.*, 1997). Toutes les firmes sont *multi-technologies* (Grandstrand *et al.*, 1997 ; Pavitt et Patel, 1995 ; von Tunzelmann, 1998) et donc par nature diversifiées du point de vue de leurs connaissances technologiques. Les firmes ont nécessairement des performances différenciées selon les technologies qu'elles utilisent ou produisent (Christensen et Montgomery, 1981 ; Markides et Williamson, 1996 ; Piscitello, 2000). Elles ne peuvent être bonnes partout. On localise dans cette recherche la question de la performance de la firme à son champ dominant de connaissances technologiques. A partir de ce référent notre première question de recherche consiste à proposer une mesure pertinente de cette performance.

Notre seconde question de recherche a trait à l'identification des déterminants de la performance technologique. Les travaux fondateurs de l'économétrie de la R-D (Griliches, 1998 ; Jaffe et Trajtenberg 2002 ; Hall *et al.*, 1986) ont montré que le capital de recherche-développement de la firme est un puissant facteur explicatif de ses performances. Ces travaux sont en phase avec les perspectives dessinées par les auteurs évolutionnistes sur l'importance des activités de R-D des firmes dans leur environnement de sélection (Nelson et Winter, 1982), le rôle des compétences technologiques comme facteurs de succès (Winter 1982 et 1987) et l'impact du capital intellectuel sur les avantages compétitifs des firmes (Teece, 2002). Un autre courant raffine l'analyse et s'intéresse spécialement aux *ressources humaines nécessaires à l'innovation technologique* (Hanel, 2007). Par exemple, Baldwin (1999) montre le besoin de travailleurs hautement qualifiés dans le processus d'innovation des firmes. Les différentes enquêtes qu'il a menées indiquent clairement l'importance de l'apprentissage et de la formation de ces travailleurs qualifiés. Les recherches plus récentes tendent à cibler les performances de certains individus comme facteurs de construction des capacités dynamiques des firmes et de leurs performances technologiques (voir ici le travail pionnier de Rothaermel et Hess, 2007). Ainsi les travaux de Zucker et Darby (1996, 2001) et Zucker *et al.* (2002) considèrent les scientifiques stars comme facteur constituant une fraction essentielle du capital intellectuel humain des firmes du secteur des biotechnologies. Acceptant cette idée Rothaermel et Hess (2007) démontrent qu'une grande partie de la variance des performances des firmes en innovation est précisément expliquée par le niveau individuel (c'est-à-dire de la productivité de certains individus). 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 le nombre et la valeur économique de leurs inventions aux avantages concurrentiels de l'entreprise (Ernst *et al.*, 2000 ; Lacetera, Cockburn et Henderson, 2004 ; Tushman, 1977). Notre hypothèse de travail s'inscrit dans ces

lignées. Elle s'énonce que les *inventeurs prolifiques* jouent un rôle crucial quant à la construction des performances technologiques des firmes. Tout un courant de recherche a en effet mis en évidence que certains inventeurs sont beaucoup plus productifs en termes de nombre d'inventions réalisées (approximées en général par un nombre de brevets) que d'autres. Par exemple, les *highly productive scientists* de Lotka (1926), les *highly prolific inventors* de Narin et Breitzman (1995), les *great inventors* de Khan et Sokoloff (2004), les *key inventors* de Ernst (1999) et Pilkington *et al.* (2009). Toutes ces recherches soulignent que les individus ne sont pas identiques en termes de productivité. En général on considère que la distribution des inventeurs selon leur productivité est très étalée à droite : beaucoup d'inventeurs sont peu productifs, et peu sont au contraire très productifs (Le Bas et Latham, 2011). La productivité et la valeur des inventions des inventeurs prolifiques sont liées au degré avec lequel ces individus sont connectés aux sources externes et internes de connaissance (Tushman et Katz, 1980). On peut considérer qu'ils agissent comme des « intégrateurs de connaissance » (Gay *et al.*, 2008). 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 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). Ils occupent les nœuds qui se forment entre technologies, environnement de l'organisation et la firme. En cela ils sont aussi des inventeurs centraux au cœur des réseaux (Parichuri, 2010). Ils augmentent la vitesse d'apprentissage des individus et des organisations, et permettent la création d'avantages concurrentiels durables. À travers leur mobilité géographique et professionnelle ils peuvent être vus comme des « knowledge translators » or « knowledge brokers » (Brown et Duguit,

1998) entre individus, équipes, firmes, ou organisations. Ils aident à transférer des éléments de connaissances (Antonelli, 2011) au sein les différentes communautés qu'ils traversent.

Pilkington *et al.* (2009) sur deux technologies émergentes (nanotechnologies, « fuel cell ») montrent que les inventeurs clés localisés seulement dans quelques firmes dont ils assurent les performances technologiques. Ce que suggère Pilkington *et al.* (2009) sur les firmes relevant des technologies en émergence, nous pensons que cela peut être généralisé à l'ensemble des firmes des autres secteurs. En d'autres termes, nous faisons l'hypothèse ici que les performances technologiques des firmes dans leur secteur technologique dominant sont également et peut-être même principalement produites par les individus les plus productifs. Nous la testons sur un échantillon de firmes de tous les secteurs et non de quelques uns comme il est fait dans la littérature que nous venons de survoler.

## **2. Méthodologie : indicateur de « performances technologiques », données, modèles**

### ***2.1. Indicateur***

L'objectif de la recherche est d'examiner si l'activité des inventeurs prolifiques a quelque chose à voir avec la construction, le maintien et le développement des performances technologiques des firmes. Pour cela nous travaillons sur des données de brevets. L'usage du brevet comme indicateur de performance s'est beaucoup développé dans les deux dernières décennies. Tous les brevets ne débouchent pas sur de l'innovation. Le brevet ne recoupe qu'une partie de la chaîne de l'innovation qui va des idées nouvelles au marché. Et toute innovation n'est pas non plus brevetée. En conséquence les données de brevet ont des limites quand on mène des comparaisons intersectorielles (ou qu'on réalise des estimations en coupe inter industrielle). Toutefois, les données de brevet présentent de grands avantages (Griliches,

1990 ; Jaffe et Trajtenberg, 2002 ; Narin *et al.*, 1987). En particulier on dispose de bases de données sur plusieurs années pour beaucoup de firmes déposantes de nombreux secteurs industriels.

Un indicateur qui mesurerait les positions de la firme dans les activités de connaissance serait un bon proxy de l'aptitude de la firme à produire des performances technologiques. Un indicateur de cette sorte est fourni par l'ATR ou Avantages Technologiques Révélés. Primitivement élaborées pour définir les spécialisations technologiques des pays par Soete (1987, p. 113) et Patel et Pavitt (1987, p. 69) il a été appliqué aux firmes multinationales (voir notamment Patel et Vega, 1999). Souvent associé à une mesure des forces et des faiblesses technologiques des firmes. On le considère également comme un indice de la spécialisation technologique des firmes.

Soit  $P_{ij}$  le nombre de brevets de la firme  $i$  dans le champ technologique  $j$  l'indice  $ATR_{ij}$  est calculé comme suit :

$$ATR_{ij} = (P_{ij} / \sum_j P_{ij}) / (\sum_j P_{ij} / \sum_{i,j} P_{ij})$$

C'est donc la proportion de brevets de type  $j$  dans le nombre total de brevets de la firme  $i$ , divisé par la même proportion pour l'ensemble des firmes de l'échantillon (qui constituent en quelque sorte une firme aux « caractéristiques moyenne »). Pour  $ATR_{ij} > 1$  on considère que la firme  $i$  est spécialisée dans le champ technologique  $j$ . Elle a donc une force relative dans ce champ. Le contraire s'applique pour  $ATR_{ij} \leq 1$ . L'hypothèse que nous faisons est que cet indice calculable dans le champ technologique dominant de la firme correspondant à son domaine cœur offre une bonne mesure des performances technologiques des firmes. C'est précisément l'avantage des données de brevet d'offrir une mesure des performances



technologiques des firmes dans différentes technologies définies par la nomenclature des dépôts de brevet des offices<sup>2</sup>.

## 2.2. Données

On retient ici les données de brevets américains déposés aux États-Unis à l'USPTO (United States Patent and Trademark Office ou USPTO). Les caractéristiques de milliers d'entreprises et de millions d'inventeurs sont disponibles sur la période 1985 à 2002. Nous utilisons ici la base de données brevet du NBER qui couvre tous les brevets déposés à l'office américain des brevets de 1975 à 2002. Le fichier sur lequel on a travaillé inclut tous les inventeurs. Les informations sur cette base peuvent être trouvées dans les travaux de Hall, Jaffe et Trajtenberg (2001) et Jaffe et Trajtenberg (2002). Pour comparer les performances technologiques des firmes et 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. Pour dépasser ces limites on a pris l'habitude d'utiliser les dépôts de brevet dans un système de brevet non national. Le recours aux brevets américains présente un intérêt pour notre étude en ce que nous pouvons comparer les performances des firmes 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-

---

<sup>2</sup> Laursen (1998) a fait remarquer que cet indicateur ne traitait pas de façon symétrique les faiblesses technologiques pour lesquelles les ATR sont « compressés » entre 0 et 1, et les forces technologiques pour lesquelles les ATR sont supérieurs à 1 et peuvent aller « théoriquement » jusqu'à l'infini (ce qui n'est toutefois jamais le cas). En conséquence on n'est pas *a priori* dans le cadre de la loi normale et les hypothèses de base des méthodes d'estimation permettant d'obtenir des estimateurs non biaisés ne sont pas remplies. Toutefois, ici, notre exercice est un peu différent, nous ne prenons pas tous les ATR des firmes mais seulement celui du champ technologique qui a le plus de brevets. Ce n'est donc pas obligatoirement le plus élevé mais on a vérifié qu'il est toujours supérieur à un, donc correspond toujours à une force de la firme. Cette critique ne se trouve alors plus fondée.

Unis tend ainsi à filtrer les inventions en laissant de côté les inventions de moindre valeur. Les informations sur les déposants et les champs technologiques de dépôts des brevets permettent de cartographier plusieurs dimensions des processus d'invention au niveau individuel des inventeurs et des organisations. Deux pays assez proches en termes de taille de leurs activités technologiques ont été retenus : la France et le Royaume-Uni<sup>3</sup>.

### **2.3. Modèle et variables**

Notre variable dépendante est l'ATR de la firme dans son champ technologique dominant, le champ dans lequel *elle dépose le plus de brevets dans la période considérée*. Il s'agit d'une mesure de la force de spécialisation de la firme dans son champ de compétences technologiques et d'une mesure de la productivité technologique des firmes. Voulant tester l'impact de la présence et de l'importance d'inventeurs prolifiques sur les performances technologiques des firmes, nous construisons sur nos données les variables explicatives de cette productivité. Nous retenons:

**prolificness\_domin** : nombre total d'inventeurs prolifiques dans le champ dominant/nbr total d'inventeurs dans le champ dominant. Cette variable est facile à construire connaissant les noms des inventeurs de chaque firme, nous savons ceux qui se trouvent dans les brevets relatifs aux différents domaines (ou champs) technologiques de la firme. On peut ensuite extraire ceux qui sont prolifiques. Nous considérons deux niveaux en termes d'inventeurs prolifiques : les inventeurs produisant 15 brevets ou plus, et les inventeurs très prolifiques ou inventeurs stars (terme qu'on retiendra par la suite) ayant 30 brevets ou plus.

**prolificness\_firme** : indicateur de prolificité de la firme indépendamment des champs technologiques, défini comme le nombre total d'inventeurs prolifiques de la firme/nombre

---

<sup>3</sup> Des explications sur la production des données et la description des inventeurs prolifiques se trouvent dans nos travaux antérieurs (Latham *et al.*, 2011 et 2012 ; Le Bas *et al.*, 2010).

total d'inventeurs de la firme. En l'absence d'information sur les alliances ou les accords de recherche des firmes cette variable pourrait être considérée comme un proxy de la capacité de la firme à construire des réseaux de connaissance et donc à capter des connaissances en provenance d'autres firmes. En effet, les individus les plus productifs ont une capacité personnelle à nouer des contacts au cours de leur carrière avec d'autres inventeurs. (Rothaermel et Hess, 2007).

**nbr\_IP\_domin** : nombre d'inventeurs prolifiques dans le champ dominant de la firme. Il s'agit ici d'un nombre *absolu* d'inventeurs. On doit considérer cette variable comme un déterminant important des performances technologiques des firmes.

**nbr\_IP\_firm** : nombre total d'inventeurs prolifiques de la firme indépendamment de leur champ technologique de dépôts de brevet. Cette variable peut être considérer comme jouant un rôle quant à la capacité d'absorption de connaissances externes à la firme.

**brevet\_firme** : nombre total de brevets enregistrés par la firme durant la période 1976-2002. C'est à la fois indicateur de la taille des activités de connaissances de la firme et une mesure de sa capacité d'apprentissage. Cette variable est proche de celle qu'utilisent Rothaermel et Hess (2007) pour décrire la capacité de la firme à produire des capacités dynamiques. Ne connaissant pas la taille des firmes en termes de chiffre d'affaires ou en nombre d'employés nous l'utilisons pour contrôler les effets dus à la taille de la firme.

**Concentr\_domin** : il s'agit d'un indicateur de concentration technologique du champ dominant approchée par la somme des brevets des cinq plus grandes firmes du champ dominant divisé par le nombre total de brevets dans le champ dominant. Il s'agit d'une mesure de la hauteur des barrières à l'entrée technologique protégeant les insiders (Malerba et Orsenigo, 1999).

**duration\_firme** : durée qui s'écoule entre la premier brevet et le dernier brevet de la firme, il

s'agit d'un indicateur d'avantages technologiques liés à l'âge et donc à l'expérience dans les activités technologiques.

**dummy\_cat** : variable indicatrice des 37 champs (ou domaines) technologiques de dépôts de brevets (en annexe 1 nous donnons les intitulés des 37 champs directement issus de la base du NBER). Dans les estimations le champ 1 est pris comme référence. Il est commun dans les études sur les brevets de toujours contrôler dans les estimations le possible effet des différences de capacité du brevet à permettre l'appropriation des rentes de l'innovateur par le champ technologique de dépôts de brevet.

Les brevets sont ajustés par la qualité et le biais de troncature. Chaque brevet est compté autant de fois qu'il est cité. Le problème de la troncature est également pris en compte en multipliant les citations par le coefficient de HJT donné dans la base de données (voir Hall *et al.*, 2001). Une annexe 2 fournit des statistiques descriptives sur nos variables.

### **3. Estimations et résultats**

Tous les modèles ont l'ATR de la firme calculé sur la période comme variable dépendante. Les modèles sont linéaires simples. La méthode d'estimation est celle des moindres carrés ordinaires. Les estimations sont réalisées en coupe sur toute la période. Il s'ensuit que nous ne pouvons pas inférer des relations causalité entre les variables exogènes et notre variable dépendante. Ce qui est particulièrement dommageable pour étudier notre sujet qui contient une charge dynamique lourde, à savoir mesurer la contribution des individus les plus productifs à la formation des capacités dynamiques des firmes. Nous réalisons des estimations pour la totalité des firmes ayant un ATR puis seulement pour les firmes ayant au moins un inventeur prolifique (et star). Afin de vérifier une certaine robustesse des résultats nous testons successivement plusieurs modèles. Notre variable indépendante centrale est le nombre d'inventeurs prolifiques dans le champ dominant de la firme. Elle est de toutes les

spécifications. Nous retenons ou excluons successivement dans les différents modèles, pour les deux pays, les variables explicatives suivantes : Prolificness\_domin, Prolificness\_firme, et Nbr\_IP\_firme.

Dans le premier tableau 1 on procède aux estimations avec l'ensemble des firmes indépendamment du fait de savoir si ces firmes emploient ou non des inventeurs prolifiques. Lorsque la firme n'emploie pas d'inventeur prolifique, sa variable *prolificness* est égale à 0. Dans un second modèle, on présente les résultats d'estimation pour les firmes qui emploient au moins un inventeur prolifique (plus de 15 brevets) quelque soit le champ technologique de dépôt de ses brevets. Nous reproduisons cette séquence dans les modèles 3 et 4 pour les inventeurs stars (30 brevets et plus). Chaque estimation est faite pour les deux pays (France, Royaume-Uni).

**Tableau 1. Estimation variable dépendante ATR\_DOMIN**  
(Échantillon total)

VARIABLES	(1)	(1')	(2)	(2')	(3)	(3')
	FR	RU	FR	RU	FR	RU
prolificness_domin	-2.580***	-0.338			-2.883***	-0.536

prolificness_firme	(-3.162)	(-0.405)	-1.463** (-2.026)	-0.326 (-0.461)	(-3.556)	(-0.641)
nbr_IP_domin	0.105 (1.253)	0.329*** (2.784)	1.221*** (8.954)	0.948*** (6.059)	1.304*** (9.415)	0.969*** (6.011)
nbr_IP_firme			-0.927*** (-10.41)	-0.567*** (-5.716)	-0.957*** (-10.81)	-0.574*** (-5.829)
brevet_firme	0.000158 (0.819)	0.000223 (1.165)	0.00164*** (6.953)	0.00144*** (5.032)	0.00162*** (6.921)	0.00145*** (5.105)
concentr_domin	5.115*** (128.2)	14.42*** (163.6)	5.136*** (129.4)	14.42*** (163.9)	5.137*** (129.5)	14.42*** (163.9)
duration_firme	-0.982*** (-46.70)	-0.955*** (-50.20)	-0.969*** (-46.35)	-0.962*** (-50.55)	-0.964*** (-45.99)	-0.962*** (-50.55)
Constant	-132.2*** (-102.3)	-402.5*** (-152.1)	-132.8*** (-103.3)	-402.7*** (-152.4)	-132.9*** (-103.4)	-402.6*** (-152.4)
Observations	8 236	10 824	8 236	10 824	8 236	10 824
R-squared	0.918	0.929	0.919	0.929	0.919	0.929

Méthode d'estimation : MCO avec dummy cat non reportés.

t-statistics en parentheses.

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

**Tableau 2. Estimation variable dépendante ATR\_DOMIN  
(Échantillon de firmes ayant au moins un inventeur prolifique)**

VARIABLES	(1) FR	(1') RU	(2) FR	(2') RU	(3) FR	(3') RU
prolificness_domin	4.567*** (3.847)	6.347*** (5.242)			3.420*** (2.888)	5.830*** (4.777)
prolificness_firme			12.08*** (9.021)	12.90*** (10.07)		
nbr_IP_domin	0.0653 (0.623)	0.189 (1.262)	0.943*** (5.781)	0.729*** (3.892)	0.910*** (5.303)	0.568*** (2.845)
nbr_IP_firme			-0.729*** (-6.729)	-0.433*** (-3.666)	-0.696*** (-6.164)	-0.352*** (-2.852)
brevet_firme	0.000111 (0.460)	2.40e-05 (0.0996)	0.00118*** (4.137)	0.000933*** (2.652)	0.00116*** (3.970)	0.000804** (2.208)
concentr_domin	3.605*** (26.06)	11.92*** (33.87)	3.797*** (28.35)	12.01*** (35.36)	3.730*** (27.08)	11.94*** (34.03)
duration_firme	-0.747*** (-15.79)	-0.619*** (-13.12)	-0.540*** (-10.66)	-0.469*** (-9.452)	-0.732*** (-15.68)	-0.636*** (-13.42)
Constant	-89.18*** (-19.00)	-332.3*** (-30.76)	-99.30*** (-21.64)	-339.7*** (-32.51)	-92.08*** (-19.82)	-332.6*** (-30.88)
Observations	1 252	1 166	1 252	1 166	1 252	1 166
R-squared	0.798	0.826	0.815	0.838	0.804	0.827

Méthode d'estimation : MCO avec dummy cat non reportés.

t-statistics en parentheses.

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

**Tableau 3. Estimation variable dépendante ATR\_DOMIN  
(Échantillon total avec inventeurs stars)**

VARIABLES	(1) FR	(1') RU	(2) FR	(2') RU	(3) FR	(3') RU
prolificness_domin	-3.337* (-1.880)	-0.881 (-0.480)			-4.227** (-2.395)	-0.927 (-0.506)
prolificness_firme			-0.384 (-0.250)	-1.433 (-0.968)		
nbr_IP_domin	0.201 (1.031)	0.627** (2.368)	3.482*** (9.509)	2.128*** (5.080)	3.651*** (9.805)	2.192*** (5.138)
nbr_IP_firme			-2.880*** (-10.58)	-1.476*** (-4.367)	-2.921*** (-10.85)	-1.546*** (-4.676)
brevet_firme	0.000209 (1.155)	0.000353** (1.992)	0.00156*** (7.130)	0.000989*** (4.295)	0.00152*** (7.035)	0.00102*** (4.488)
concentr_domin	5.115*** (128.2)	14.42*** (163.6)	5.154*** (129.5)	14.42*** (163.8)	5.154*** (129.5)	14.42*** (163.8)
duration_firme	-0.985*** (-47.08)	-0.953*** (-50.23)	-0.977*** (-47.01)	-0.955*** (-50.37)	-0.976*** (-46.93)	-0.955*** (-50.37)
Constant	-132.3*** (-102.3)	-402.5*** (-152.1)	-133.4*** (-103.5)	-402.6*** (-152.3)	-133.4*** (-103.5)	-402.7*** (-152.3)
Observations	8 236	10 824	8 236	10 824	8 236	10 824
R-squared	0.918	0.929	0.919	0.929	0.919	0.929

Méthode d'estimation : MCO avec dummy cat - non reportés.

t-statistics en parentheses.

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

**Tableau 4. Estimation variable dépendante ATR\_DOMIN**  
(Échantillon de firmes ayant au moins un inventeur star)

VARIABLES	(1) FR	(1') RU	(2) FR	(2') RU	(3) FR	(3') RU
prolificness_domin	4.519 (1.540)	10.31*** (4.196)			1.652 (0.573)	9.341*** (3.742)
prolificness_firme			15.94*** (5.470)	9.865*** (4.152)		
nbr_IP_domin	0.0495 (0.170)	0.423 (1.327)	2.675*** (5.136)	1.626*** (3.380)	2.610*** (4.703)	1.170** (2.339)
nbr_IP_firme			-2.385*** (-5.834)	-1.089*** (-2.604)	-2.307*** (-5.348)	-0.828* (-1.933)
brevet_firme	0.000172 (0.599)	7.43e-05 (0.325)	0.00120*** (3.665)	0.000547* (1.878)	0.00122*** (3.587)	0.000438 (1.483)
concentr_domin	3.825*** (19.41)	7.118*** (10.55)	4.027*** (21.60)	7.315*** (10.92)	4.006*** (20.71)	7.205*** (10.70)
duration_firme	-0.670*** (-7.424)	-0.449*** (-5.812)	-0.406*** (-4.308)	-0.410*** (-5.094)	-0.649*** (-7.440)	-0.459*** (-5.952)
Constant	-95.95*** (-11.24)	-194.0*** (-9.502)	-102.2*** (-12.76)	-201.2*** (-9.908)	-97.16*** (-11.77)	-195.9*** (-9.624)
Observations	429	349	429	349	429	349
R-squared	0.785	0.812	0.813	0.817	0.799	0.815

Méthode d'estimation : MCO avec dummy cat - non reportés.

t-statistics en parenthèses.

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Nos résultats sont particulièrement instructifs. Dans toutes les régressions (sauf quelques unes pour la France), le coefficient du nombre d'inventeurs prolifiques dans le champ technologique dominant est significativement positif, *indiquant que le nombre d'inventeurs à haute productivité contribue positivement à l'ATR* du champ technologique dominant de la firme. Son pouvoir explicatif est moins fort et moins ou pas significatifs, quand on l'associe à la variable *prolificness\_dom*, qui mesure la proportion d'inventeurs prolifiques dans le champ technologique dominant (les deux variables sont fortement corrélées). Notre hypothèse centrale se trouve donc validée. Pour les exceptions la variable qui est significativement positive est la proportion d'inventeurs prolifiques dans le champ dominant (en quelque sorte on reste dans le champ dominant de la firme). Une autre information est aussi très intéressante : pour la variable *nbr\_IP\_domin*, le coefficient associé aux inventeurs stars est toujours plus élevé que le coefficient relatif aux inventeurs prolifiques (tableaux 3 et 4). C'est dire que les inventeurs les plus productifs des inventeurs prolifiques (les stars) contribuent



plus fortement encore à produire/maintenir les performances technologiques des firmes. La variable nombre total d'inventeurs prolifiques a très souvent un signe négatif et très souvent significatif. Cela signifie qu'elle ne contribue pas à l'ATR du champ dominant de la firme mais éventuellement à celui des autres champs technologiques. La variable qui fournit une mesure de la présence des inventeurs prolifiques au niveau de la firme (*prolificness\_firme*), qui est pour nous une capacité à capter des connaissances externes, a toujours un impact positif significatif quand elle est associée au nombre d'inventeurs prolifiques dans le champ technologique dominant de la firme. Le signe de la variable proxy de la taille (*brevet\_firme*) a un signe positif significatif. Ce qui est conforme à ce que dit la littérature sur l'importance de la taille relativement aux activités d'innovation. En d'autres termes, la taille joue positivement pour construire de la performance technologique. Les secteurs dans lesquels les activités technologiques sont plus concentrées et rendant difficile l'entrée favorisent les performances des firmes (*variable concentr\_domin*). Les firmes en place sont en quelque sorte protégées. Ce résultats est en phase avec les travaux de Malerba et Orsenigo (1999). La variable *duration\_firme*, sensée prendre en compte l'expérience, affecte paradoxalement négativement les performances. On n'a pas d'interprétation claire à fournir pour expliquer cela. Intuitivement on est tenté de penser qu'il est plus difficile à une firme de garder sur une longue période un niveau élevé de ses performances, et plus facile pour une firme plus jeune. On ne peut pas non plus exclure le fait que notre modèle ne serait pas correctement spécifié. Enfin il y a de petites différences concernant la dimension pays mais qui ne sont ni significatives, ni constantes à travers les divers modèles estimés. Ainsi on ne peut pas dire que les inventeurs à haute productivité (prolifiques ou stars) ont plus d'impact dans le processus de constitution des performances technologiques des firmes dans un pays plus que dans un autre. Finalement une des limites de notre exercice est que nous ne disposons pas de points de repères établis antérieurement à notre étude, s'agissant de mesurer l'impact des inventeurs

individuels sur les performances technologiques des firmes.

## **Conclusion**

Dans ce papier nous contribuons empiriquement à l'analyse des déterminants des performances technologiques des firmes en montrant comment la présence d'inventeurs à forte productivité contribue à leurs performances technologiques. Nos résultats valident l'approche développée par Rothaermel et Hess (2007) qui soulignait le rôle des individus dans la formation et le renouvellement des performances technologiques des firmes. Toutefois, par rapport à la littérature notre recherche présente trois apports : 1) les recherches antérieures sont limitées à un secteur (la pharmacie) ou une technologie (comme les biotechnologies, nanotechnologies...) nous travaillons sur *tous* les champs technologiques et donc toutes les firmes déposantes de brevets, en cela nous généralisons le travail de Pilkington *et al.* (2009), 2) nous ciblons, pour la première fois à notre connaissance, les déterminants de la performance pour la technologie dominante de la firme qui est essentielle car c'est grâce à laquelle elle bâtit ses avantages concurrentiels (et non l'ensemble de la firme)<sup>4</sup>, 3) enfin notre indicateur de performance technologique, l'ATR de la firme dans le champ technologique dominant, pour la première fois utilisée dans ce contexte d'analyse des déterminants de la performance nous apparaît pertinent.

Au titre des prolongements on peut noter que si nous avons dans les différentes estimations trois dimensions (individus, firmes, pays), on laisse encore de côté les possibles (et probables) interactions entre les niveaux (mis en évidence par Rothaermel et Hess, 2007). D'autres estimations devraient être menées avec des termes d'interaction. Par ailleurs la dimension secteur industriel (ici vue à travers les champs technologiques de dépôt de brevets) mériterait

---

<sup>4</sup> Nous prenons pour cela le champ technologique pour lequel la firme dépose le plus de brevets qui n'est pas toujours celui pour lequel l'ATR est maximum.

plus de considération. Dans la perspective d'introduire plus de variété interindustrielle on pourrait ajouter des variables qualitatives pour les marchés des produits sur lesquels les firmes interviennent. Pour Eisenhardt et Martin (2000) les firmes ont différentes dynamiques sur deux types de marché: (a) les marchés pour lesquels l'évolution fait apparaître une dynamique somme toute modérée, prévisible et assez linéaire, associée à des structures industrielles relativement stables, (b) les marchés à évolution très rapide non linéaire et moins prévisible, avec des frontières floues, associés à des structures industrielles très changeantes. Sur les premiers, les firmes comptent principalement sur les avoirs existants et leurs routines. Pour les seconds on est typiquement dans des situations marquées par un impact fort de nouvelles connaissances. On devrait pouvoir vérifier si la présence d'individus à forte productivité dans les activités de connaissance contribue de façon différenciée à la formation des performances technologiques des firmes. Ce sont sur les marchés à évolution rapide et « chaotique » que les « stars scientists » ont certainement le plus d'impacts. La typologie de Eisenhardt et Martin (2000) apparaît par ailleurs très proche des notions de régimes technologiques retenues par les approches schumpeteriennes : les jeunes petites firmes du régime entrepreneurial<sup>5</sup> versus les firmes oligopolistiques du régime routinier (Winter 1982 et 1987). On pourrait également retravailler nos estimations en tenant compte de cette dualité et vérifier si nos résultats sont encore valides pour chacun des deux régimes.

## Références

Antonelli, C. (2011) *Handbook on the Economic Complexity of Technological Change*.

Cheltenham : Edward Elgar.

Baldwin, J. R. (1999) « Innovation, Training and Success », Statistics Canada, n° 137.

---

<sup>5</sup> Sur lequel portait le travail de Pilkington *et al.* (2009).

- Brown, B. S. et P. Duguid (1998) « Organizing Knowledge », *California Management Review*, 40(3), pp. 90-111.
- Cantwell, J., Gambardella A. et O. Granstrand (2004) *The Economics and Management of Technological Diversification*. Londres : Taylor & Francis.
- Christensen, H. K. et C. A. Montgomery (1981) « Corporate Economic Performance: Diversification Strategy Versus Market », *Strategic Management Journal*, 2(4), pp. 327-343.
- Eisenhardt, K. M. et J. A. Martin (2000) « Dynamic capabilities: What are they? », *Strategic Management Journal*, 21(10-11), pp. 1105-1121.
- Ernst, H. (1999) « Key inventors: implications for human resource management in R&D, Portland International Conference on Management of Engineering and Technology », PICMET 99, pp. 420-427.
- Ernst, H., Leptien C. et J. Vitt (2000) « Inventors are not alike: The distribution of patenting output among industrial R&D personnel », *IEEE Transactions on Engineering Management*, 47(2), pp 184-199.
- Ernst, H. (2001) « Patent applications and subsequent changes of performance: evidence from time-series cross-section analyses on the firm level », *Research Policy*, 30(1), pp. 143-157.
- Gay, C., Le Bas C. et W. Latham (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*, 17(1-2), pp 5-22.

- Granstrand, O., Patel P. et K. Pavitt (1997) « Multi-Technology Corporations: Why they have distributed rather than distinctive core competencies », *California Management Review*, 39(4), pp. 8-25.
- Griliches, Z. (1990) « Patent statistics as economic indicators: a survey », *Journal of Economic Literature*, 28(4), pp. 1661-1707.
- Griliches, Z. (1998) *R&D and Productivity: The Econometric Evidence*. Chicago : The University of Chicago Press.
- Grupp, H. (1994) « The measurement of technical performance of innovations by technometrics and its impact on established technology indicators », *Research Policy*, 23(2), pp. 175-193.
- Hall, B. H., Jaffe A. B. et M. Trajtenberg (2001) « The NBER Patent citations Data File: Lessons, Insights and methodological tools », NBER Working Paper.
- Hagedoorn, J. et M. Cloudt (2003) « Measuring innovative performance: Is there an advantage in using multiple indicators? », *Research Policy*, 32(8), pp. 1365-1379.
- Hall, B. H., Griliches Z. et J. Hausman (1986) « Patents and R&D: Is there a lag? », *International Economic Review*, 27(2), pp. 265-283.
- Hanel, P. (2007) « Skills required for innovation: A review of the literature », *Cahiers de recherche*, pp. 07-23, département d'Économique de la Faculté d'administration à l'Université de Sherbrooke.
- Jaffe, A. B. et M. Trajtenberg (2002) *Patents, Citations and Innovations. A Window on the Knowledge Economy*. Cambridge, Massachusetts, London : MIT Press.

- Khan, B. Z. et K. L. Sokoloff (2004) « Institutions and Democratic in 19<sup>th</sup> – Century America : Evidence from “Great Inventors”, 1790-1930 », *American Economic Review*, 94(2), pp. 395-401.
- Lacetera, N., I. Cockburn et R. M. Henderson (2004) « Do firms change capabilities by hiring new people? A study of the adoption of science-based drug discovery », in : J. A. C. Baum et A. M. McGahan, (eds.), *Business Strategy over the Industry Lifecycle: Advances in Strategic Management*, vol. 21. Boston, MA : Elsevier, pp. 133-159.
- Latham, W., Le Bas C., Bouklia-Hassane R. et D. Volodine (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*, 7(1/2/3), pp. 92-113.
- Laursen, K. (1998) « Revealed comparative advantage and the alternatives as measures of international specialization », DRUID working paper n° 98-30.
- Le Bas, C. et W. Latham (2011) « Causes, consequences and dynamics of 'complex' distributions of technological activities: The case of prolific inventors », in : C. Antonelli, (éd.), *Handbook on the economic complexity of technological change*, Cheltenham : Edward Elgar publishing, pp. 221-239.
- Le Bas, C., Cabagnols A. et R. Bouklia (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>.
- Lotka, A. J. (1926) « The frequency distribution of scientific productivity », *Journal of the Washington Academy of Science*, 16(2), pp. 317-323.

- Malerba, F. et L. Orsenigo (1999) « Technological entry, exit and survival: an empirical analysis of patent data », *Research Policy*, 28(6), pp. 643-660.
- Markides, C. C. et P. J. Williamson (1996) « Corporate Diversification and organizational Structure: A Resource-Based View », *Academy of Management Journal*, 39(2), pp. 340-367.
- Narin, F. Noma E. et R. Perry (1987) « Patents as indicators of corporate technological strength », *Research Policy*, 16 (2-4), pp. 491-506.
- Narin, F. et A. Breitzman (1995) « Inventive productivity », *Research Policy*, 24(4), pp. 507-519.
- Nelson, R. et S. Winter (1982) *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge, Mass. : Harvard University Press.
- Paruchuri, S. (2010) « Intraorganizational Networks, Interorganizational Networks, and the Impact of Central Inventors: A Longitudinal Study of Pharmaceutical Firms », *Organization Science*, 21(1), pp. 63-80.
- Patel, P. et K. Pavitt (1987) « Is western Europe losing the technological race ? », *Research Policy*, 16(2), pp. 59-85.
- Patel, P. et K. Pavitt (1995) « Patterns of technological Activity: Their Measurement and Interpretation », in : P. Stoneman. (éd.) *Handbook of the Economics of Innovation and Technical Change*, Oxford : Basil Blackwell, pp. 14-51.
- Patel, P. et M. Vega (1999) « Patterns of internationalisation of corporate technology: location versus home country advantages », *Research Policy*, 28(2/3), pp. 145-155.

- Pilkington, A., Lee L. L., Chan C. K. et S. Ramakrishna (2009) « Defining key inventors: A comparison of fuel cell and nanotechnology industries », *Technological Forecasting and Social Change*, 76(1), pp. 118-127.
- Piscitello, L. (2000) Corporate Diversification and Economic Performance. *Industrial and Corporate Change*, 13(5), pp. 757-788.
- Rothaermel, F. T. et A. M. Hess (2007) « Building Dynamic Capabilities », *Organization Science*, 18(6), pp. 898-921.
- Soete, L. (1987) « The impact of technological innovation on international trade patterns: the evidence reconsidered », *Research Policy*, 16(2), pp. 101-130.
- Teece, D. J. (2002) *Managing Intellectual Capital*, Oxford : Oxford University Press.
- Tushman, M. L. et R. Katz (1980) « External communication and project performance: An investigation into the role of gatekeepers », *Management Science*, 26(11), pp. 1071-1085.
- Tushman, M. (1977) « Special boundary roles in the innovation process », *Administrative Science Quarterly*, 22(4), pp. 587-605.
- von Tunzelmann, N. (1998) « Localised Technological Search and Multi-technology Companies », *Economics of Innovation and New Technology*, 6(2-3), pp. 213-256.
- Winter, S. G. (1982) « An Essay on the theory of production », in : S. Hymans (éd.), *Economics and the world around it*, Ann Arbor : University of Michigan Press, pp. 55-91.
- Winter, S. G. (1987) « Knowledge and Competence as Strategic Assets », in : D. J. Teece (éd.), *The Competitive Challenge: Strategies for Industrial Innovation and Renewal*, Cambridge, MA. : Ballinger, pp. 159-184.



Zucker, L. G. et M. R. Darby (2001) « Capturing Technological Opportunity Via Japan's Star Scientists: Evidence from Japanese Firms' Biotech Patents and Products », *The Journal of Technology Transfer*, 26(1-2), pp. 37-58.

Zucker, L. G. et M. R. Darby (1996) « Stars scientists and institutional transformation: Patterns of invention and innovation in the biotechnologies industry », *Proceedings of the National Academy of Sciences PNAS*, 93(23), pp. 12709-12716.

Zucker, L. G., Darby M. R. et M. Torero (2002) « Labor Mobility from Academe to Commerce », *Journal of Labor Economic*, 20(3), pp. 629-660.

#### Annexe 1. Les 37 champs technologiques de la base brevets de l'USPTO (NBER).

Cat	SubCat	Champs ou catégories technologiques
1	11	Agriculture , Food , Textiles
1	12	Coating
1	13	Gas
1	14	Organic Compounds
1	15	Resins
1	19	Miscellaneous -chemical
2	21	Communications
2	22	Computer Hardware & Software
2	23	Computer Peripherals
2	24	Information Storage
3	31	Drugs
3	32	Surgery & Med Inst.
3	33	Biotechnology
3	39	Miscellaneous-Drgs&Med
4	41	Electrical Devices
4	42	Electrical Lighting
4	43	Measuring & Testing
4	44	Nuclear & X-rays
4	45	Power Systems
4	46	Semiconductor Devices
4	49	Miscellaneous-Elec
5	51	Mat. Proc & Handling
5	52	Metal Working
5	53	Motors & Engines + Parts
5	54	Optics
5	55	Transportation
5	59	Miscellaneous-Mechanical

6	61	Agriculture,Husbandry,Food
6	62	Amusement Devices
6	63	Apparel & Textile
6	64	Earth Working & Wells
6	65	Furniture,House Fixtures
6	66	Heating
6	67	Pipes & Joints
6	68	Receptacles
6	69	Miscellaneous-Others

## Annexe 2. Statistiques descriptives des variables du modèle pour l'ensemble des firmes

Variables	Moyenne		Écart-type		Min		Max	
	FR	RU	FR	RU	FR	RU	FR	RU
atr_domin	38.80	39.32	34.23	35.95	1.81	1.79	421.81	421.81
prolificness dominant	0.032	0.021	0.140	0.117	0	0	1	1
prolificness firme	0.045	0.032	0.154	0.135	0	0	1	1
nbr_IP_dominant	0.225	0.125	1.686	0.957	0	0	73	34
nbr_IP_total	0.523	0.295	4.722	3.188	0	0	319	245
nbr_brevet_firme*	95.93	82.13	1 098.46	963.94	1	1	75 682	80 995
concentr_champ dominant	34.87	29.48	10.74	6.73	20.26	18.73	75.52	56.50
duration_firme	2.82	2.63	5.43	5.13	0	0	27	27
Nombre Observations	8 237	10 825						

*\*Le nombre de brevet de la firme est ajusté par les citations.*