

Etendue de la recherche, coopération inter firmes et performance de la R&D : le cas des biotechnologies françaises entre 1994 – 2002

BRUYAKA Olga

Doctorante, Assistante de Pédagogie et de Recherche,
UPR Stratégie et Organisation, EM Lyon
23, av. Guy de Collongue F-69134 Ecully cedex
e-mail : bruyaka@em-lyon.com
tél. : +33(0)4 78 33 77 45 ; fax +33(0)4 78 33 79 27

Cet article étudie deux facteurs de la performance de la R&D des entreprises : l'étendue de la recherche scientifique et les liens inter firmes. Le choix de spécialisation de la recherche, par opposition à l'optique de diversification est supposé augmenter la performance de la R&D. Par ailleurs, la coopération inter organisationnelle est également supposée influencer positivement l'intensité de l'effort de recherche qui se traduit par un plus grand nombre de brevets, d'articles scientifiques publiés et de citations. Nous contrôlons ces effets par les variables d'âge, de taille et de fonds financiers.

Dans la perspective des ressources, nous proposons un modèle conceptuel qui prend en compte les effets indépendants et interactifs entre les conditions d'une performance supérieure de la recherche en biotechnologie. Nous prenons pour objectif d'apporter la réponse au dilemme de spécialisation vs. diversité de la recherche dans le cas de la R&D biotechnologique appliquée à la pharmacie, ainsi que d'établir le rôle des liens entre les firmes biotechnologiques et les grandes sociétés pharmaceutiques dans les résultats du processus de l'innovation. Nous testons le modèle sur un échantillon de 383 sociétés biotechnologiques en France pour une période de 1994-2002.

Nos résultats montrent que la spécialisation des compétences scientifiques dans la recherche biotechnologique a un impact positif et significatif sur la performance de R&D des entreprises de ce secteur. Cette conclusion infirme les résultats d'une partie d'études précédentes tout en restant conformes aux propositions des partisans de la spécialisation.

L'effet significatif des liens inter organisationnels sur la performance de la R&D des biotechnologies, est établi dans d'autres études comme étant important. Cependant, les résultats de notre étude ne confirment pas cet effet dans le cas de collaboration entre les petites entreprises de biotechnologie et les grandes sociétés pharmaceutiques.

Mots clés : performance de R&D ; innovation ; biotechnologie

Etendue de la recherche, coopération inter firmes et performance de la R&D : le cas des biotechnologies françaises entre 1994 – 2002

Cet article étudie deux facteurs de la performance de la R&D des entreprises : l'étendue de la recherche scientifique et les liens inter firmes. Le choix de spécialisation de la recherche, par opposition à l'optique de diversification est supposé augmenter la performance de la R&D. Par ailleurs, la coopération inter organisationnelle est également supposée influencer positivement l'intensité de l'effort de recherche qui se traduit par un plus grand nombre de brevets, d'articles scientifiques publiés et de citations. Nous contrôlons ces effets par les variables d'âge, de taille et de fonds financiers.

Dans la perspective des ressources, nous proposons un modèle conceptuel qui prend en compte les effets indépendants et interactifs entre les conditions d'une performance supérieure de la recherche en biotechnologie. Nous prenons pour objectif d'apporter la réponse au dilemme de spécialisation vs. diversité de la recherche dans le cas de la R&D biotechnologique appliquée à la pharmacie, ainsi que d'établir le rôle des liens entre les firmes biotechnologiques et les grandes sociétés pharmaceutiques dans les résultats du processus de l'innovation. Nous testons le modèle sur un échantillon de 383 sociétés biotechnologiques en France pour une période de 1994-2002.

Nos résultats montrent que la spécialisation des compétences scientifiques dans la recherche biotechnologique a un impact positif et significatif sur la performance de R&D des entreprises de ce secteur. Cette conclusion infirme les résultats d'une partie d'études précédentes tout en restant conformes aux propositions des partisans de la spécialisation.

L'effet significatif des liens inter organisationnels sur la performance de la R&D des biotechnologies, est établi dans d'autres études comme étant important. Cependant, les résultats de notre étude ne confirment pas cet effet dans le cas de collaboration entre les petites entreprises de biotechnologie et les grandes sociétés pharmaceutiques.

Mots clés : performance de R&D ; innovation ; biotechnologie

Introduction

La performance de la recherche et développement (R&D) et de l'innovation au sein d'une entreprise fait l'objet de nombreuses études (Pisano, 1990; Shan, Walker et Kogut, 1994; Henderson et Cockburn, 1994; DeCarolis et Deeds, 1999; Yeoh, Roth, 1999; Sorensen et Stuart, 2000 et les autres). La question centrale consiste à identifier et analyser les déterminants d'une performance supérieure. Généralement, les résultats de la R&D sont analysés en lien avec la taille de la firme (Pisano, 1990 ; Henderson et Cockburn, 1996), son âge (Powell, Kogut et S-Doerr, 1996 ; Sorensen et Stuart, 2000), sa localisation (Audretsch et Stephan, 1996 ; Madhok et Osegowitsch, 2000), ses dépenses de R&D (Langowitz et Graves, 1992 ; DeCarolis et Deeds, 1999), l'expérience de la firme et la diversité de son portefeuille de R&D (Henderson et Clark, 1994 ; Sorensen et Stuart, 2000), ou encore le nombre et le caractère des liens inter organisationnels (Arora et Gambardella, ; Shan, Walker et Kogut, 1994 ; Brannback, 2003). Bien que les publications soient nombreuses, elles rapportent des résultats parfois différents, notamment concernant la relation entre la taille de la firme et la performance de sa R&D (Shan, Walker et Kogut, 1994), entre l'âge de la firme et les résultats de la R&D (Sorensen & Stuart, 2000) ou la relation entre l'étendue de la recherche et sa performance (Shan, Walker et Kogut, 1994 ; Henderson et Cockburn, 1996). Dans ce travail nous étudions cette dernière relation, car les conclusions la concernant ne sont pas unanimes et la question reste ouverte. Les liens inter organisationnels peuvent augmenter la performance de la R&D au sein d'une firme, en particulier d'une start-up (Gulati et Higgins, 2003 ; Rothaermel et Deeds, 2004 et les autres). Cette dernière à travers des alliances et des réseaux inter firmes gagne accès à des informations et des capacités diverses avec le minimum de coûts de redondance, de conflit, et de complexité (Baum, Calabrese et Silverman, 2000). Nous suggérons que la diversité de la recherche peut être alimentée par le réseau des liens inter organisationnels. Chacun de ces deux aspects ayant une influence positive, quel sera leur impact commun ? Dans cet article nous tenons à apporter la réponse à cette question en analysant l'effet commun de l'étendue de la recherche et des liens inter organisationnels sur la performance de R&D des entreprises.

Le déploiement des capacités de recherche est une source de compétence stratégique significative et particulièrement importante dans les industries conduites par la science et la technologie (Henderson et Cockburn, 1994). L'industrie biotechnologique est un exemple évident d'une telle industrie. Une entreprise de biotechnologie est une entreprise qui a pour objectif de produire et de commercialiser des produits ou des services en utilisant les sciences de la vie, les outils de haute technologie et en réalisant de la recherche réellement novatrice

(Ernst & Young, 2001). Les entreprises de biotechnologie commercialisent leurs produits sur les marchés existants de l'industrie pharmaceutique, agro-alimentaire, chimique et dans le domaine de protection de l'environnement. Dans le cadre de cette recherche nous allons nous focaliser sur l'application pharmaceutique de la biotechnologie et tenons à étudier le lien entre l'étendue de la recherche scientifique et les résultats de la R&D des entreprises biopharmaceutiques tout en identifiant l'impact de leurs relations avec les grandes sociétés pharmaceutiques.

L'étude de la littérature permet de développer les hypothèses de recherche. Nous présentons ensuite la méthodologie, la construction des variables utilisées dans l'analyse quantitative, et les données. Nous décrivons des résultats et discutons enfin de leurs implications pour la recherche ultérieure.

1. Cadre théorique de la recherche : innovation biopharmaceutique et théories de la firme

Les théories de la firme constituent un vaste champ de recherche qui est fortement caractérisé par la présence de deux courants que Foss et Mahnke (2000) appellent des « perspectives » : la perspective des compétences et la perspective de la gouvernance. A leur tour, chacun de ces courants est composé des sous-groupes. La perspective des compétences comprend le courant des ressources (Penrose, 1959 ; Wernerfelt, 1984 ; Barney, 1996 ; Durand, 2000), la théorie des aptitudes, des compétences cœur, des compétences dynamiques (Teece et al., 1997 ; Eisenhardt et Martin, 2000), la théorie fondée sur les connaissances (Grant, 1996), la théorie évolutionniste de la firme (Nelson et Winter, 1982). La perspective de la gouvernance inclut la théorie des coûts de transaction qui est le plus souvent associée avec au nom d'Oliver Williamson, la théorie de contrats formels : la théorie de l'agence et la théorie de contrats incomplets (Coase, 1957; Williamson, 1981). Le tableau 1 présente les caractéristiques partielles de ces courants.

Dans le domaine des biotechnologies la connaissance scientifique est une ressource cruciale pour les firmes (Zucker, Darby et Brewer, 1998), car il existe un lien direct entre la production de la connaissance et l'avantage concurrentiel (Liebeskind et al., 1996). Ainsi, la théorie des ressources, la théorie fondée sur les connaissances qui s'inscrivent dans la perspective des compétences, forment un cadre théorique pertinent pour développer notre sujet de recherche concernant la performance de la R&D biotechnologique et peuvent être mobilisées pour appréhender l'innovation biopharmaceutique. La problématique de management des connaissances occupe une place importante dans les études sur l'innovation

Tableau 1. Caractéristiques partielles des perspectives des compétences et de la gouvernance

Perspective des compétences	Perspective de la gouvernance
Orientation - production	Orientation - échange
Valeur de transactions	Coûts de transactions
Acquisition et utilisation des connaissances	Structuration des intentions et allocation des droits de propriété
Routines et compétences sont les unités d'analyse	Transactions sont les unités d'analyse
Cognition différentielle	Homogénéité cognitive
Opportunisme et d'autres conflits intentionnels ne sont pas importants	Conflits intentionnels sont centraux
Dynamique/ évolutionnaire	Relativement statique

Source : Foss (N) et Mahnke (V), 2000.

en pharmacie et biotechnologie. Le travail de Henderson et Clark (1990) peut être cité comme un article de référence sur cette question. Leur étude se focalise sur le rôle des canaux de communication, des filtres d'information, et des stratégies de *problem solving* dans le management de la connaissance architecturale.

Dans la même lignée, une étude de Yeoh et Roth (1999) montre que les ressources importantes dans l'industrie pharmaceutique sont celles qui dépendent des impératifs d'échelle (i.e., les capacités de vente, les dépenses de R&D), sont difficiles à comprendre (i.e., les connaissances et la compréhension du développement des médicaments dans certains domaines thérapeutiques), et celle que la firme contrôle et dont elle est propriétaire.

Les connaissances scientifiques étant importantes pour la recherche biopharmaceutique, les entreprises doivent développer les compétences appropriées pour assurer les résultats en R&D supérieurs et constants. La mise en relation des phénomènes d'innovation avec les mécanismes de déploiement des compétences se réalise selon plusieurs modalités (Dubuisson et Kabla, 1999). L'une de ces voies tente de comprendre comment l'innovation développe des compétences. Elle concerne surtout les gestionnaires, qui s'interrogent sur la façon optimale de « faire face à l'innovation », assimilée à un progrès technique externe qu'il s'agit, de la part de l'entreprise, de décider ou non de faire sien. Cette décision s'inscrit dans des effets en boucle entre innovations et compétences. Ce sont les compétences de l'entreprise qui vont motiver son choix d'élargir ou non son champ de organisationnel, de recherche ou de production, mais ce choix lui-même se traduira par des renoncements à certaines compétences, la firme étant amenée à faire des arbitrages quant à

leur recombinaison souhaitable. Cette problématique encadre la question de recherche de notre étude concernant la diversité des champs de recherche des firmes biopharmaceutiques.

La nécessité de développement et/ou l'acquisition des ressources et des aptitudes pour assurer la productivité d'innovation (et par conséquent l'avantage concurrentiel et la performance financière) introduit la question des sources de la connaissance. L'un des travaux de référence sur ce sujet est celui de Gary Pisano (1990). Ce chercheur étudie le choix que les firmes font entre les modes d'organisation de la recherche interne ou externe. Cette question de l'organisation de la recherche pharmaceutique a été reprise dans plusieurs recherches. Mais au-delà des deux sources de la connaissance scientifique : interne et externe, qui d'après la théorie des coûts de transactions déterminent le choix de la stratégie de recherche, une autre source de connaissance fait l'objet de l'intérêt précis des chercheurs : les réseaux de collaboration (Jarillo, 1988). Les partisans de la théorie des réseaux (Liebeskind et al., 1996 ; Powell, Koput et Smith-Doerr, 1996) postulent que les réseaux sociaux peuvent avérer une contribution importante à l'apprentissage organisationnel dans l'industrie biotechnologique. La base de connaissances de l'industrie est compliquée et en extension et les sources d'expertise sont largement dispersées, ce qui explique que l'innovation se situe dans les réseaux d'apprentissage plutôt que dans les firmes individuelles.

En nous appuyant sur la théorie des réseaux et la théorie des ressources, nous allons étudier le lien entre les sociétés de biotechnologie et les firmes pharmaceutiques sous le prisme de son impact sur la performance de la R&D des biotechnologies.

2. Hypothèses

2.1. Diversité des champs de recherche

L'ampleur des connaissances scientifiques d'une firme biotechnologique détermine le nombre de ses champs de recherche. L'étendue de la recherche ainsi que l'expérience accumulée dans un ou plusieurs domaines de connaissances scientifiques ont un impact direct sur la productivité de recherche (Henderson et Cockburn, 1994 ; Shan, Walker et Kogut, 1994 ; Leonard-Barton, 1995 ; Bierly et Chakrabarti, 1996). Bien que cela soit reconnu comme des facteurs importants à travers des publications académiques, les chercheurs en sciences de gestion, aussi bien qu'en sciences du vivant n'ont toujours pas résolu le dilemme spécialisation / diversification de la recherche.

Plusieurs études, en effet, ont démontré que la spécialisation de recherche est positivement corrélée avec la performance de la R&D des entreprises de biopharmacie. Dans cette perspective Henderson et Clark (1990) concluent que la spécialisation de la firme dans

une technologie particulière conduit à un développement d'une capacité d'innovation d'un type spécifique. De leur côté, Henderson et Cockburn (1994) montrent que la productivité de la découverte dans des firmes pharmaceutiques est une fonction croissante de leurs compétences dans les domaines de maladies particulières ainsi que de leur expertise spécifique dans les domaines disciplinaires particuliers. Selon ces auteurs, le succès de la recherche pharmaceutique nécessite la capacité à intégrer la connaissance à travers les domaines disciplinaires aussi bien que les domaines thérapeutiques au sein de la firme. Ils constatent que les firmes capables d'encourager et de maintenir le flux d'informations entre les disciplines scientifiques et les classes thérapeutiques au sein de la firme auront une performance de recherche médicale significativement supérieure toutes choses égales par ailleurs. Nerkar et Roberts (2004) s'appuyant entre autre sur le travail de Henderson & Cockburn (1994) précisent que le succès du nouveau produit est une fonction positive de l'ampleur de l'expérience technologique proxémique¹ de la firme, autrement dit la recherche la plus spécialisée dans les domaines de technologie a le plus de potentiel de succès. Dans cette même lignée, Bierly et Chakrabati (1996) font le constat que lorsque les ressources sont limitées il est mieux de se focaliser sur les domaines spécifiques de connaissance (les compétences clés) pour devenir leaders dans ces domaines. Compte tenu de ces acquis théoriques et empiriques nous allons tester l'hypothèse suivante :

Hypothèse 1 : *La performance de la recherche dans une firme biotechnologique est une fonction croissante de ses compétences dans les domaines scientifiques particuliers.*

Cependant, d'autres recherches témoignent que la productivité de la découverte dans le contexte pharmaceutique est une fonction croissante de la diversité des compétences des firmes dans plusieurs domaines disciplinaires (Shan, Walker et Kogut, 1994). Une firme avec une base de connaissance plus vaste sera en meilleure position pour combiner les ressources appropriées (i.e., technologiques, procédurales, etc.) de façon plus complexe, ce qui crée une ambiguïté causale dans la combinaison des ressources, et par conséquent augmente la durabilité de l'avantage concurrentiel (Bierly et Chakrabati, 1996). Dans la même logique, Leonard-Barton (1995) souligne que si la base de connaissances d'une firme est trop étroite, ses compétences clés vont plus probablement se transformer en « rigidités clés », car la firme

¹ Il s'agit d'accumulation de l'expérience technologique, ainsi que des actifs complémentaires (les connaissances de marché, les canaux de distribution, les contacts avec les consommateurs) qui sont étroitement associés (proxémiques) avec le (les) produits que la firme.

a un manque d'habilité à s'adapter aux avancées dans les champs de recherche différents mais reliés. Enfin, l'étude de Rothaermel et Deeds (2004) sur les start-ups biotechnologiques appliquées à la thérapie humaine fait l'hypothèse que le degré de la diversité technologique de la firme est positivement corrélé avec ses produits en développement. Les auteurs concluent que les firmes qui se diversifient dans le plus grand nombre de champs technologiques tendent à avoir plus de produits en développement. Or, suivant cette logique il est nécessaire de diversifier la recherche afin d'avoir les résultats importants. Nous allons tester cette hypothèse par rapport aux entreprises de biotechnologie et leur recherche pharmaceutique.

Hypothèse 2 : *La performance de la recherche d'une firme biotechnologique est une fonction croissante de la diversité de ses compétences dans différents domaines scientifiques.*

Les hypothèses formulées nous permettent d'envisager la question suivante: dans le contexte de la recherche biotechnologique à quel point faut-il être spécialisé (compte tenu de la diversité des connaissances et des ressources financières nécessaires) pour maintenir une haute productivité élevée des innovations et ne pas passer à côté des découvertes importantes dans les autres domaines scientifiques liés ?

2.2. Liens inter firmes

Un second élément très important auquel nous nous intéressons, afin de déterminer la productivité d'innovation des sociétés de biotechnologie, est celui des liens inter organisationnels, notamment des liens inter firmes. Comme nous l'avons déjà précisé plus haut, la diversité des liens inter organisationnels, à condition qu'ils soient complémentaires (Arora et Gambardella, 1990), est positivement corrélée avec la production d'innovation (Shan, Walker et Kogut, 1994). Les nouvelles firmes biotechnologiques qui maintiennent de plus riches contacts en dehors de la firme développent en terme de technologie des produits plus avancés (Roberts et Hauptman, 1986). D'autres études, notamment celle de Henderson et Cockburn (1994) et celle de Shan, Walker et Kogut (1994) peuvent être citées parmi les travaux qui ont montré un effet positif des relations de coopération sur la productivité des innovations.

Notre recherche porte sur les sociétés de biotechnologie en lien avec l'industrie pharmaceutique. C'est pourquoi nous portons notre attention sur les relations entre les firmes biotechnologiques et les entreprises pharmaceutiques. La collaboration avec les grandes firmes pharmaceutiques permet aux sociétés de biotechnologie de commercialiser leur

production finale, d'accéder aux marchés et aux ressources. Les firmes pharmaceutiques cherchent quant à elles la créativité perdue dans la plupart de grands laboratoires, et elles cherchent aussi à partager les risques liés à l'innovation.

L'intérêt de cette étude consiste à réunir les déterminants de la performance de R&D évoqués précédemment afin de constater leur impact commun sur les résultats d'innovation des firmes biotechnologiques. Ainsi, nous allons tester une hypothèse suivante :

Hypothèse 3 : *Une société de biotechnologie ayant des liens avec des firmes pharmaceutiques et adoptant la spécialisation de compétences (par rapport à la diversité) dégage une productivité d'innovation supérieure.*

Cette hypothèse nous permettra de répondre à la question concernant l'effet de renforcement entre le degré de spécialisation de la recherche et la coopération inter organisationnelle sur la performance de la R&D dans le domaine de biopharmacie.

Les hypothèses formulées, nous pouvons schématiser l'articulation entre nos propositions. La Figure 1 (Annexe A) présente le modèle conceptuel de notre recherche.

3. Méthodologie de recherche

3.1. Recueil des données

Nous avons testé les hypothèses présentées dans notre modèle conceptuel sur un échantillon de 383 entreprises biotechnologiques. Les données sur les PME biotechnologiques sont extraites de la base de données créée par l'INRA/SERD à partir d'une enquête menée en 1999 par le Ministère français de la recherche et de la Technologie (<http://biotech.education.fr>). Les données ont été mises à jour et complétées par l'équipe INRA/SERD à Grenoble (<http://www.grenoble.inra.fr>). Elle contient les données sur 929 sociétés de biotechnologie en France : des informations générales (nom, code SIREN, statut juridique, date de création, effectif) ; des données financières (Chiffre d'affaires (CA), Résultats d'exploitation, Résultats nets, Fonds propres, Dettes, Liquidités, Actifs Incorporels) ; des informations sur le nombre de brevets et de publications, ainsi que le total des citations.

Les données des brevets proviennent de la base de données OST/OEB agrégée par région. Les données sont lissées sur trois ans c'est-à-dire que le chiffre donné pour 1999 correspond à la moyenne des dépôts de brevets pour 1997, 1998 et 1999.

Les données de publications sont extraites du Science Citation Index (SCI) et du Biotech Citation Index (BCI). Elles sont analysées à partir des adresses des institutions de telle sorte que les nombres fournis correspondent au nombre de participation dans les articles des institutions localisées au sein d'une région particulière.

Afin de tester le modèle conceptuel de notre recherche nous avons modifié et complété notre base de données. Premièrement, nous avons créé un sous échantillon de sociétés biotechnologiques appliquées à la pharmacie. Deuxièmement, nous avons complété la base avec les données concernant le domaine et le degré de spécificité des sociétés de biopharmacie; les rapports qu'elles ont avec les grandes firmes pharmaceutiques et la bourse (côté ou non).

Pour recueillir cette information nous avons utilisé les ressources Internet : le site de chaque société de biotechnologie présente dans la base de données initiale a été étudié. De plus, nous avons utilisé la base de données de France Biotech (<http://www.francebiotech.com>), de Société.com (qui est un service de diffusion d'informations sur les entreprises (<http://siren.spvietes.org>), de Firmafrance.com (qui est un B2B site sur les entreprises françaises exportant leurs produits (<http://chemistry.firmafrance.com/entreprise>), de Pharmaceutiques (c'est un mensuel sur l'industrie pharmaceutique et les institutions de la santé (<http://pharmaceutiques.com>), de la société VIDAL (qui est une société de MediMedia France, numéro un de l'information et de la communication santé, partenaire de l'industrie pharmaceutique (<http://vidal.fr>), d'Informagen (un fournisseur des services d'application à la base d'Internet (<http://informagen.com>), de BioZak InfoBase, Inc. qui est un fournisseur de bases informatiques pour l'industrie des sciences du vivant et les marchés relatifs (<http://main.biozak.com>), et enfin de Boursorama, le site boursier (<http://boursorama.com>).

La base de données finale contient 383 sociétés de biotechnologie dont 189 d'entre elles sont biopharmaceutiques (une société de biotechnologie est considérée comme étant appliquée à la pharmacie si elle a au moins une activité dans le domaine d'élaboration du médicament), 140 sociétés aux applications hors l'industrie pharmaceutique et 54 sociétés dont on ne dispose pas de données suffisamment significatives. La période de temps comprise dans la base de données est de 9 ans (1994 – 2002).

3.2. Opérationnalisation des variables

3.2.1. Mesures de la variable à expliquer

La performance de la R&D est la variable dépendante dans notre modèle conceptuel. Il existe différentes perspectives de la mesure de la performance de la R&D (Godener et Soderquist, 2000). Selon la perspective de l'innovation la performance est évaluée en termes de création ou application de la nouvelle connaissance ou création de nouvelles combinaisons des technologies existantes. Dans cette perspective nous mesurons la performance de R&D *via* le nombre de brevets et le nombre d'article moyens.

Brevets

D'après DeCarolis et Deeds (1999) les brevets peuvent être considérés comme représentant les « stocks » de la connaissance organisationnelle. Les brevets sont associés à l'innovation et la performance à plusieurs niveaux : national, régional et de l'entreprise. Les brevets sont utilisés comme indicateurs de l'activité d'innovation dans plusieurs études empiriques (Shan, Walker et Kogut, 1994 ; DeCarolis et Deeds, 1999). De plus, la recherche a suggéré le lien entre le nombre de brevets et l'activité innovante de l'organisation (DeCarolis et Deeds, 1999). Pour cette raison nous suggérons que le nombre de brevets est un médiateur approprié pour mesurer l'intensité de la R&D des sociétés de biotechnologie. Dans le modèle statistique la variable 'brevet' apparaît comme le nombre moyen des brevets BREVETMO: $\sum \text{Brevets par an} / \text{nombre d'années de présence dans la base de données (1994 - 2002)}$.

Articles et Citations

La base de connaissance scientifique d'une société de biotechnologie est une composante critique de sa position compétitive. Cette base de connaissance réside dans les compétences et la connaissance des membres individuels de l'équipe de recherche d'une société (DeCarolis et Deeds, 1999). Un moyen de déterminer ce stock de connaissances est de mesurer le nombre d'articles que l'équipe scientifique de l'organisation publie durant la période considérée. Dans notre étude nous utilisons le nombre d'articles moyen (ARTMOY) comme une mesure des résultats de la R&D des sociétés de biotechnologie. Dans le modèle statistique la variable 'article' apparaît comme le nombre moyen des articles.

ARTMOY : $\sum \text{Articles par an} / \text{Nombre d'années de présence dans la base de données (1994 - 2002)}$.

Cependant, certains experts² sont sceptiques concernant l'utilisation de la mesure 'nombre d'article' pour caractériser l'intensité d'innovation d'une firme. Ce scepticisme est fondé sur le fait que le nombre d'articles ne signifie pas la qualité, c'est-à-dire l'importance des résultats décrits dans ces publications. Pour cette raison, afin de juger la qualité de recherche nous avons utilisé une méthode qui est très connue dans la communauté académique : l'analyse des citations. Dans notre modèle statistique, nous utilisons le nombre de citations moyen (CITMOY) comme une composante de l'innovation output des sociétés de biotechnologie et également comme une mesure de la performance de leur recherche scientifique.

CITMOY : $\sum \text{Citations par an} / \text{Nombre d'années de présence dans la base de données (1994 - 2002)}$.

3.2.2. Mesures des variables explicatives

Etendue de la recherche

Afin de tester les hypothèses de notre modèle conceptuel, nous avons créé un échantillon des sociétés de biotechnologie appliquées à la pharmacie à l'aide de la variable dichotomique SANTE : nous attribuons '0' si la société n'était pas appliquée à l'élaboration médicamenteuse et '1' si c'était le cas. Ensuite, pour opérationnaliser la variable 'diversité' nous entreprenons une démarche similaire à celle de Shan, Walker et Kogut (1994) qui l'ont opérationnalisé par la mesure de nombre de champs de la recherche biotechnologique (e.g., agriculture, santé humaine, matériel pour la recherche ; santé animale etc.) dans lesquels une firme biotechnologique a des projets de développement de produits. Puisque les statistiques montrent qu'en moyenne les entreprises ont de 1 à 3 domaines d'activité, nous avons réduit les domaines évoqués à trois groupes de classification : 1) les sociétés de biotechnologie ayant un domaine d'activité ; 2) les sociétés ayant deux domaines d'activité et enfin, 3) celles qui ont trois et plus de domaines d'activité. Ainsi, dans notre modèle statistique l'étendue de la recherche est comprise comme la variable 'spécificité/diversité'. Celle-ci est présentée comme SPECIF1à3 et varie respectivement les trois groupes évoqués de 1 à 3.

Outre le nombre de domaine d'activité, nous avons pris en compte leur profil. Nous avons adopté la classification utilisée par France Biotech dans l'étude portant sur les sociétés de biotechnologie en France (2003). Il s'agit de distinguer quatre groupes : services ; fourniture des produits ; recherche et partenariats industriels. Dans notre modèle statistique

² Cette information est issue d'une conversation avec Michel DONNIER, Ph.D, Chargé de Mission de l'Agence Rhône-Alpes pour le développement des Technologies Médicales et Biotechnologies, mars 2004.

ces variables sont présentes comme des variables dichotomiques : DOMa ; DOMb ; DOMc ; DOMd.

Liens avec grandes sociétés pharmaceutiques (big pharma)

Plusieurs études que nous avons évoquées dans les parties précédentes de ce travail ont justifié la corrélation positive entre le nombre des liens inter organisationnels et la productivité d'innovation.

La particularité des sociétés de biotechnologie en France est leur petite taille (en général) et leur statut de start-ups ou des spin-offs. Cela explique que la plupart des firmes biotechnologiques dépendent de ou maintiennent un nombre restreint de liens avec des grandes sociétés pharmaceutiques. Compte tenu de ce fait, nous allons tester l'impact des liens inter organisationnels des firmes biotechnologiques selon la présence ou l'absence de rapport avec les grandes sociétés pharmaceutiques. Par conséquent, une variable dichotomique BIGPHAR apparaît dans notre modèle statistique.

3.2.3. Mesures des variables de contrôle

Age

Shan, Walker et Kogut (1994) ont montré que l'âge n'avait pas une influence statistiquement significative sur la performance d'innovations des firmes biotechnologiques. De leur côté Sorensen et Stuart (2000) ont montré que l'âge peut être catalyseur mais aussi à un certain moment inhibiteur de l'intensité de la R&D dans le cas des firmes biotechnologiques. Nous supposons que dans notre modèle l'âge doit être positivement corrélé avec la performance de R&D des entreprises biopharmaceutiques. Dans les tests statistiques afin d'éviter l'effet de taille et appliquer les modèles statistiques linéaire, nous utilisons LNAGE au lieu de simple variable AGE.

Statut juridique

Le statut juridique de l'entreprise détermine les conditions légales et économiques de son fonctionnement. L'étude de France Biotech (2003) a montré que la forme juridique la plus courante est celle de Société Anonyme (SA). Néanmoins, les sociétés de biotechnologies préfèrent se créer comme étant SARL. Cette variable SA apparaît dans notre modèle statistique comme une variable dichotomique.

Accès aux fonds privés

Shan, Walker et Kogut (1994) ont étudié l'impact que l'accès aux fonds privés a sur le nombre de liens avec des firmes installées. Ils constatent que la variable 'fonds privés' a un

effet significatif sur le nombre des relations commerciales d'une start-up. Ce résultat suggère que les firmes installées cherchent la conformité du potentiel d'une start-up sur le marché des capitaux avant de signer un accord avec elle. La performance des start-ups biotechnologiques dépend de l'accès que la firme a au capital risque (Lee et al., 2001 ; Zucker et al., 2002).

Dans le cadre de notre étude nous vérifions si l'impact de la variable 'accès aux fonds privés' opérationnalisée comme BOURSE, est significatif pour les sociétés de biotechnologie en France. Si l'entreprise est cotée en bourse, on lui attribue '1' si ce n'est pas le cas la note '0' figure dans le modèle statistique.

Performance financière

La recherche précédente confirme le lien positif entre la haute performance d'innovation et la maintenance de supérieure rentabilité (Roberts, 1999). Zucker et Darby (2002) ont obtenu les effets indépendants du capital intellectuel et financier sur la performance de recherche dans les firmes biotechnologiques. Cependant, l'étude de DeCarolis et Deeds (1999) n'a pas montré une relation statistiquement significative entre l'intensité de la R&D et la performance dans l'industrie biotechnologique. Nous testons la relation entre les indicateurs financiers des entreprises biotechnologiques et leur performance de la R&D. Ces indicateurs sont les mesures de chiffre d'affaires, des fonds propres et des dettes.

Chiffre d'affaire moyen (CA): \sum Chiffre d'affaire de chaque année (la période : 1994-2002) / Nombre d'années.

Fonds propres moyens (FP): \sum Fonds propres de chaque année (la période : 1994-2002) / Nombre d'années.

Dettes moyennes (DETTE): \sum Dettes accumulées chaque année (la période : 1994-2002) / Nombre d'années.

Dans nos modèles statistiques nous utilisons le logarithme de CA, FP, DETTE comme opérationnalisation des variables chiffre d'affaires moyen, fonds propres moyens, dette moyenne afin de réduire la dispersion dans l'application des modèles statistiques linéaires.

4. Traitement des données et résultats

Nous avons traité les données à l'aide du logiciel SPSS Version 6. le Tableau 2 rapporte les statistiques descriptives et les corrélations entre les variables du modèle conceptuel.

Tableau 2. Statistiques descriptives et corrélations

Variabes	Moyenne	Ecart type	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
(1) Nombre moyen de brevets BREVETMO	1,0845	2,22276	1						
(2) Nombre moyen d'articles ARTMOY	3,4452	6,17081	,388**	1					
(3) Nombre moyen de citations CITMOY	24,5699	57,16618	,316**	,628**	1				
(4) Age LNAGE	1,0294	1,01062	,151*	,139	,271**	1			
(5) Chiffre d'affaires LNCA	6,3700	2,59034	,119	,019	,068	,373**	1		
(6) Fonds propres LNFP	6,5661	1,96263	,379**	,258**	,240**	,217**	,477**	1	
(7) Dettes LNDETTE	6,7544	1,69228	,312**	,146	,194**	,284**	,714**	,786**	1

** La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).

* La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral).

La matrice des corrélations ci-dessus témoigne d'une corrélation importante entre LNDETTE et LNCA (0,714) et entre LNDETTE et LNFP (0,786). Afin d'éviter la multicolinéarité, nous éliminons les variables LNCA et LNDETTE de notre analyse. Bien que la variable CITMOY soit corrélée avec la variable ARTMOY (0,628), nous gardons cette première car le nombre de citations indique l'importance des articles dont seul le nombre ne nous informe pas sur leur qualité.

Afin d'effectuer les tests statistiques conséquents, nous avons construit trois groupes de modèles : modèle de base, modèle complété et modèle d'interactions. Tableau 3 (Annexe B) rapporte les résultats des tests des modèles.

Le premier modèle de base contient les variables de contrôle: âge, statut juridique, accès aux fonds privés, cotisation en bourse. Nous avons utilisé le Modèle linéaire général (General Linear Model, GLM) pour des estimations statistiques. Compte tenu du fait que le nombre marginal des sociétés de biotechnologie en France est coté en bourse, la variable (BOURSE) n'explique pas la performance de l'innovation des biotechnologies françaises. Le statut juridique d'une société biotechnologique n'a pas d'effet sur la performance de sa R&D car la plupart des entreprises dans ce domaine adoptent un statut de société anonyme (SA) Cependant, l'âge de la société explique le nombre de citations (relation positive, coefficient = 16,122), et les ressources financières estimées dans notre modèle par les fonds propres ont une influence positive sur le nombre de brevets et d'articles.

Le deuxième groupe de modèles représente le modèle de base complétée par des variables explicatives: spécialisation et liens inter organisationnels. Le test du Modèle 2

confirme les résultats du modèle 1 ainsi que l'impact positif de la spécialisation (SPEC1a3=1,00) sur la performance de R&D exprimée en nombre moyen d'articles (coefficient =2,995).

Afin de tester l'impact de la spécificité des firmes biotechnologiques (sur tout l'échantillon) sur leur performance en terme d'innovation, nous avons utilisé le test ANOVA à 1 facteur (SPEC 1à3). Les résultats de ce test permettent de conclure que la spécificité des sociétés biotechnologiques en lien avec l'industrie pharmaceutique a un impact significatif au seuil de 0,01 sur la performance de l'innovation exprimée par le nombre moyen de brevets, d'articles et de citations dont les firmes biotechnologiques disposent. Ceci confirme l'hypothèse 1 de notre modèle et réfute hypothèse 2 qui suggérait que la diversité de domaine de recherche permet de dégager une performance de R&D supérieure.

Le test ANOVA sur les variables de profil de spécialisation des sociétés de biotechnologies: services, produits finis, recherche, contrats industriels, montre un impact positif et significatif sur la performance de l'innovation (en ce qui concerne le nombre de brevets) dans le cas où les firmes biotechnologiques fournissent les produits finis (médicaments, molécules ou réactifs).

Dans le groupe de modèles complétés, le Modèle 3 permet de tester l'impact des liens entre les sociétés de biotechnologie et les grandes firmes pharmaceutiques. Les résultats du test ne montrent pas d'effet statistiquement significatif des liens inter organisationnels en présence de la variable de spécialisation. Nous avons aussi testé des modèles d'interaction de ces deux variables – non présentés par souci d'économie du manuscrit. Ils s'avèrent non significatifs et qui réfutent ainsi notre troisième hypothèse. Cependant, les résultats du test ANOVA sur l'impact des liens entre les sociétés biotechnologiques et les grandes firmes pharmaceutiques sur la performance de la R&D, restent conformes aux résultats d'études précédentes.

Les modèles d'interactions (Modèles 4, 5, 6) permettent de tester l'impact croisé de la spécialisation et les variables de contrôle: âge et fonds propres. Les résultats permettent de constater que l'impact de l'âge, l'importance des fonds propres et la spécialisation dans un domaine spécifique rend les sociétés de biotechnologie plus performantes dans leur activité innovante. De plus, la concentration des efforts de recherche et des ressources financières dans un domaine particulier a par conséquent une performance supérieure en terme d'innovation.

5. Conclusions et discussion

L'objectif de cette étude est de déterminer les facteurs d'une performance supérieure de la R&D biopharmaceutique à travers l'analyse des effets de la spécialisation (diversité) de la recherche et des liens inter firmes.

Les résultats obtenus infirment les conclusions des études précédentes (Shan, Walker et Kogut, 1994 ; Bierly et Chakrabarti, 1996 ; Leonard-Barton, 1995) faisant l'hypothèse que la diversité de la recherche au sein d'une entreprise génère une performance supérieure de la R&D dans le domaine de biopharmacie. En effet, même si l'élargissement des champs de la recherche peut s'avérer bénéfique pour les sociétés de biotechnologie et de pharmacie, cet élargissement demande un investissement important en terme de capital intellectuel et financier. Ces paramètres sont souvent difficilement accessibles aux entreprises biotechnologiques qui sont généralement de taille petite ou moyenne. Nos résultats montrent que les firmes biotechnologiques afin d'obtenir une performance de la R&D supérieure restreignent l'étendue de leur recherche et se spécialisent dans les domaines scientifiques particuliers. Nos conclusions rejoignent celles présentées dans les études de Henderson et Clark (1990), de Henderson et Cockburn (1994) et de Nerkar et Roberts (2004). Or, différemment de ces études qui testent l'hypothèse de spécialisation dans la recherche pharmaceutique, nous avons testé l'hypothèse de l'étendue de la recherche sur un échantillon des entreprises de biotechnologies appliquées à la recherche et développement pharmaceutique ce qui constitue notre apport.

Par ailleurs, notre étude permet de révéler l'aspect institutionnel au regard de l'industrie biotechnologique. La plupart de recherche publiée sur la problématique de la R&D en biotechnologie a été effectuée dans les pays anglo-saxons (notamment aux Etats-Unis). Le niveau de développement, les conditions de fonctionnement de l'industrie biotechnologique étant différents en Europe, des limites de la généralisation des résultats de la recherche sur ce sujet s'imposent. Dans cette étude nous nous sommes focalisés sur les biotechnologies en France, cependant pour la recherche ultérieure nous envisageons inclure la variable institutionnelle afin d'effectuer une analyse comparative approfondie de la performance de la R&D biotechnologique.

Une seconde question traitée dans cet article est celle de l'effet commun de l'étendue de la recherche et des liens inter firmes sur la performance de la R&D des entreprises biotechnologiques. Contrairement à des recherche précédentes qui ont souligné l'effet significatif des liens inter organisationnels sur la performance de la R&D des biotechnologies (Baum, Calabrese et Silverman, 2000 ; Gulati et Higgins, 2003), nos résultats ne confirment

pas cet effet dans le cas de collaboration entre les petites entreprises de biotechnologie et les grandes sociétés pharmaceutiques. Bien que ce résultat nécessite une étude plus approfondie sur un échantillon plus large et affiné des entreprises biotechnologiques, nous pouvons apporter des explications suivantes à ce propos. Le secteur français des biotechnologies est assez jeune et la coopération avec des grandes firmes pharmaceutiques n'apparaît souvent qu'aux stades finaux de la recherche, c'est pourquoi elle n'est pas décisive pour la performance de l'innovation. Les biotechnologies sont apparus indépendamment de l'industrie pharmaceutique : la recherche biotechnologique ne porte pas seulement sur la santé humaine ce qui explique que l'application médicale de certains produits n'était pas initialement envisagée. De plus, les méthodes de recherche dont la biotechnologie dispose sont révolutionnaires et rompent avec la recherche pharmaceutique traditionnelle généralement menée par les grandes firmes installées. Ceci fait que ce ne sont pas les petites biotechnologies qui bénéficient d'une augmentation de leur performance de R&D, mais c'est sûrement les grands industriels pharmaceutiques qui ont une possibilité d'avoir accès au progrès scientifique avec tous les avantages dont les premières proposent. Ainsi, la performance de la R&D pharmaceutique est dépendante des biotechnologies et doit être positivement corrélée compte tenu des liens avec les petites biotechnologies. Nous suggérons que cette proposition constitue une piste de recherche intéressante.

Notre recherche présente certaines limites. Les données analysées dans cette étude sont des données secondaires avec tout ce que cela implique : la moins grande latitude pour constituer la base de données ; le recueil implique l'accès à des bases de données existantes (qui n'ont pas les mêmes paramètres) ; il est difficile de compléter ou clarifier des données partielles, ambiguës ou contradictoires (cela peut introduire un biais dans les résultats). Nous suggérons que la particularité du contexte de recherche et les résultats obtenus nécessitent une étude qualitative qui permettra de faire une triangulation avec notre étude quantitative et apporter des réponses approfondies, notamment sur le rôle des liens entre les acteurs de la recherche biopharmaceutique ainsi que sur l'impact des facteurs déterminant la performance supérieure en terme de recherche et développement.

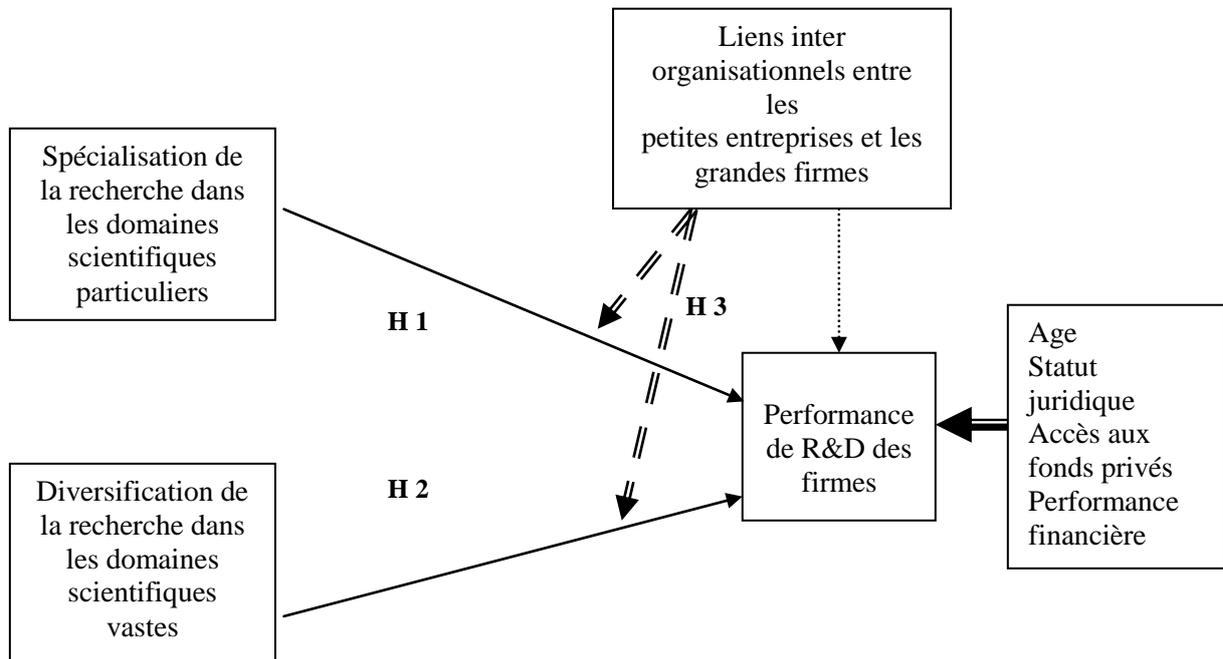
Bibliographie

- 1) A. Arora, A. Gambardella, "Complementarity and external linkages: the strategies of the linkages in biotechnology", *The Journal of Industrial Economics*, vol. 38, Iss. 4, 1990, pp 361-374.
- 2) D. B. Audretsch et P. E. Stephan, "Company-Scientist Locational Links: The Case of Biotechnology", *The American Economic Review*, vol.86, n°3, 1996, pp 641-52.
- 3) J. Baum, T. Calabrese et B. S. Silverman, "Don't go it alone: alliance network composition and startups' performance in Canadian biotechnology", *Strategic management Journal*, vol.21, 2000, pp 267-294.
- 4) P. Bierly et A. Chakrabarti, "Generic Knowledge Strategies in the U.S. Pharmaceutical Industry", *Strategic Management Journal*, vol.17, 1996, pp 123-135.
- 5) D. M. DeCarolis et D. L. Deeds, "The impact of stocks and flows of organizational knowledge on firm performance: An empirical investigation of the biotechnology industry", *Strategic Management Journal*, vol.20, Iss.10, 1999, pp 953-968.
- 6) S. Dubuisson et I. Kabla, "Innovations et compétences. Compte rendu d'une réflexion collective", dans "Innovations et performances. Approches interdisciplinaires" – Sous la direction de Foray (D) et Mairesse (J), Editions de l'Ecole des Hautes études en sciences sociales, Paris, 2001, pp. 213-225.
- 7) R. Durand , "Entreprise et Evolution Economique", Paris : Belin, 2000.
- 8) N. J. Foss et V. Mahnke, "New Perspectives in Economic Strategy Research", Oxford: Oxford University Press, 2000.
- 9) France Biotech, "Panorama des biotechnologies en France", étude sous la direction de P.Kopp, 2003.
- 10) A. Godener et K. Soderquist, "What is the actual use of performance measurement in R&D and new product development? ", working paper, ESCG, Grenoble, 2001, pp 13.
- 11) P. Grand et C. Bagnars, "Life Sciences in France. Where Creativity Meets Business", Ernst&Young, 2001.
- 12) R. M. Grant, "The Resource-Based Theory of Competitive Advantage: Implications for Strategy Formulation ", *California Management Review*, vol.33, Iss. 3, 1991, pp 114-136.
- 13) R. Gulati, M. C. Higgins, "Which ties matter when? The contingent effects of interorganizational partnership on IPO success", *Strategic Management Journal*, vol.24, 2003, pp 127-144.
- 14) A. Hamdouch, M-H. Depret, "La nouvelle économie industrielle de la pharmacie. Structures industrielles. Dynamique d'innovation et stratégies commerciales", Editions scientifiques et médicales Elsevier SAS, 2001.

- 15) R. Henderson et K. B. Clark, "Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms", *Administrative Science Quarterly*, vol.35, n° 1, 1990, pp 9-30.
- 16) R. Henderson et I. Cockburn, "Measuring Competence ? Exploring Firm Effects in Pharmaceutical Research", *Strategic Management Journal*, 1994, vol. 15, pp 63-84.
- 17) R. Henderson et I. Cockburn, "Scale, scope, and spillovers: the determinants of research productivity in drug discovery", *The RAND Journal of economics*, 1996, vol.27, pp 32-59.
- 18) J. C. Jarillo, "On Strategic Networks", *Strategic Management Journal*, vol. 9, iss.1, 1988, pp 31-41.
- 19) N. S. Langowitz et S. B. Graves, "Innovative productivity in pharmaceutical firms, *Research Technology Management*", vol. 35, n°2, 1992, pp 39-41.
- 20) C. Lee, K. Lee et J. Pennings, "Internal capabilities, external networks, and performance: a study on technology-based ventures", *Strategic Management Journal*, vol.22, 2001, pp 615-640.
- 21) J. P. Liebeskind, O. A. Lumerman, L. Zucker et M. Brewer, "Social Networks, Learning, and Flexibility: Sourcing Scientific Knowledge in New Biotechnology Firms", *Organization Science*, vol.7, n°4, 1996, pp. 428-443.
- 22) M. Lubatkin et P. J. Lane, "Relative absorptive capacity and interorganizational learning", *Strategic Management Journal*, vol.19, Iss. 5, 1998, p. 461-478.
- 23) A. Madhok et T. Osegowitsch, "The International Biotechnology Industry: A Dynamic Capabilities Perspective", *Journal of International Business Studies*, vol.31, n°2, 2000, pp. 325-335.
- 24) A. Nerkar et P. W. Roberts, "Technological and product-market experience and the success of new product introductions in the pharmaceutical industry", *Strategic Management Journal*, vol.25, 2004, pp 779-799.
- 25) G. Pisano, "The R&D Boundaries of the Firm: An Empirical Analysis", *Administrative Science Quarterly*, n°35, 1990, pp 153-176.
- 26) W. W. Powell, K. W. Koput et L. Smith-Doerr, "Interorganizational Collaboration and the Locus of Innovation: Networks of Learning in Biotechnology", *Administrative Science Quarterly*, n°41, 1996, pp 116-145.
- 27) P. W. Roberts, "Product innovation, product-market competition and persistent profitability in the U.S. pharmaceutical industry", *Strategic Management Journal*, vol.20, 1999, pp 655-670.
- 28) F. T. Rothaermel, D. L. Deeds, "Exploration and exploitation alliances in biotechnology: a system of new product development", *Strategic Management Journal*, vol.25, 2004, pp 201-221.

- 29) W. Shan; G. Walker et B. Kogut, "Interfirm Cooperation and Startup Innovation in the Biotechnology Industry", *Strategic Management Journal*, Vol.15, Iss. 5, 1994, pp 387-394.
- 30) J. B. Sorensen et T. E. Stuart, "Aging, Obsolence, and Organizational Innovation", *Administrative Science Quaterly*, n°45, 2000, pp 81-112.
- 31) P-L. Yeoh et K. Roth, "An empirical analysis of sustained advantage in the U.S. pharmaceutical industry: Impact of firm resources and capabilities", *Strategic Management Journal*, vol.20, Iss. 7, 1999, pp 637-650.
- 32) L. Zucker, M. Darby et M. Brewer, "Intellectual Human Capital and the Birth of U.S. Biotechnology Enterprises", *The American Economic Review*, vol. 88, n°1, 1998, pp 290-306.

Figure 1. Modèle conceptuel de recherche



Les traits simples (→) montrent la logique d'hypothèse 1 et d'hypothèse 2 qui prévoient un impact positif de la spécialisation (H1) d'un côté et de la diversification (H2) de l'autre sur la performance de R&D des firmes biotechnologiques. La relation positive entre les liens inter firmes et la performance de recherche (le trait → à pointillés) étant établie précédemment, nous cherchons à tester l'impact commun des liens inter organisationnels et le degré de spécialisation (diversité) de recherche biopharmaceutique (H3) : les double traits == ► . Les facteurs de contrôle (le trait == ►) sont inclus dans le modèle, leur impact est présenté dans la partie opérationnalisation des variables.

Tableau 3. Tests des comparaisons multiples et des effets inter-sujets

Variables	Modèle 1			Modèle 2			Modèle 3		
	<i>Brevets</i> <i>BREVETMO</i>	<i>Articles</i> <i>ARTMOY</i>	<i>Citations</i> <i>CITMOY</i>	<i>Brevets</i> <i>BREVETMO</i>	<i>Articles</i> <i>ARTMOY</i>	<i>Citations</i> <i>CITMOY</i>	<i>Brevets</i> <i>BREVETMO</i>	<i>Articles</i> <i>ARTMOY</i>	<i>Citations</i> <i>CITMOY</i>
MODELE DE BASE									
<i>Statut juridique</i> <i>SA</i>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<i>Bourse</i>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<i>Age</i> <i>LNAGE</i>	ns	ns	16,122***	ns	ns	16,748***	ns	ns	16.749***
<i>Fonds propres</i> <i>LNFP</i>	0,417***	0,686**	ns	0.372***	0.544*	ns	0.339**	ns	ns
MODELE COMPLETE									
<i>Spécialisation</i> <i>Spec1a3</i>				ns	2.995**	ns	ns	2.838**	ns
<i>Liens avec grandes</i> <i>firmes pharmaceutiques</i> <i>BIGPHA</i>							ns	ns	ns
MODELE D'INTERACTION									
<i>Spec1a3*lnfp</i>									
<i>Lnage*lnfp</i>									
R²	0.156	0.052	0.131	0.176	0.096	0.152	0.190	0.101	0.152
***p<0.01 ; **p<0.05 ; *p<0.10									

Tableau 3. Tests des comparaisons multiples et des effets inter-sujets (suite)

Variables	Modèle 4			Modèle 5			Modèle 6		
	<i>Brevets</i> <i>BREVETMO</i>	<i>Articles</i> <i>ARTMOY</i>	<i>Citations</i> <i>CITMOY</i>	<i>Brevets</i> <i>BREVETMO</i>	<i>Articles</i> <i>ARTMOY</i>	<i>Citations</i> <i>CITMOY</i>	<i>Brevets</i> <i>BREVETMO</i>	<i>Articles</i> <i>ARTMOY</i>	<i>Citations</i> <i>CITMOY</i>
MODELE DE BASE									
<i>Statut juridique</i> <i>SA</i>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<i>Bourse</i>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
<i>Age</i> <i>LNAGE</i>	ns	ns	16.498***	ns	ns	ns			
<i>Fonds propres</i> <i>LNFP</i>	ns	ns	ns	0.306***	0.585*	ns	0.284**	ns	ns
MODELE COMPLETE									
<i>Spécialisation</i> <i>Spec1a3</i>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	2.800**	ns
<i>Liens avec grandes</i> <i>firmes pharmaceutiques</i> <i>BIGPHA</i>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
MODELE D'INTERACTION									
<i>Spec1a3*lnfp</i>	ns	ns	11.829**						
<i>Spec 1a3*lnage</i>				0.568**	1.481**	19.708*** 21.145*** ³			
<i>Lnage*lnfp</i>							4.770*	ns	2.217***
R²	0.218	0.115	0.178	0.200	0.085	0.165	0.203	0.100	0.147
***p<0.01 ; **p<0.05 ; *p<0.10									

³ Le coefficient 19.708 pour la variable Spécialisation dans le cas de spécialisation dans trois domaines vs. un domaine de recherche (SPEC1a3=1) et le coefficient 21.145 pour la variable Spécialisation dans le cas de spécialisation dans trois domaines vs. deux domaines de recherche (SPEC1a3=2).

Remerciements

Je tiens à remercier mon directeur de thèse **Rodolphe DURAND** (HEC, Paris) pour ses remarques significatives, sa patience, son attention et le grand soutien qu'il m'a apporté.

Je voudrais également remercier **Vincent MANGEMATIN** (INRA) pour la base de données qui m'a permis d'effectuer la partie empirique du présent travail.

Je tiens aussi à remercier **Philippe MONIN** (EM Lyon) pour ses conseils et son temps qu'il m'a accordé.