



L'innovation dans les entreprises moteurs, moyens et enjeux



Date de parution : mai 2011

Photographie de couverture
© France Télécom

Direction de la publication : Luc Rousseau
Rédaction en chef : François Magnien
Coordination : Lise Dervieux, Gwenaëlle Solignac
Maquette : Nathalie Palous
Édition : Nicole Merle-Lamoot, Gilles Pannetier

**L'innovation
dans les entreprises
moteurs, moyens et enjeux**

Cet ouvrage rassemble quinze articles sur l'innovation écrits par des chercheurs, à partir des résultats de l'enquête communautaire sur l'innovation (CIS), conduite en France par l'INSEE.

La réalisation de cet ouvrage a été coordonnée par la sous-direction de la prospective, des études économiques et de l'évaluation de la direction générale de la compétitivité, de l'industrie et des services (DGCIS).

Remerciements :

Le projet a été initié, dans le cadre du SESSI, par Claire Lelarge.
Il a bénéficié des relectures de Sébastien Hallépée (DGCIS).

Sommaire

INTRODUCTION	11
<hr/>	
PREMIÈRE PARTIE	19
<hr/>	
Comportements d'innovation : importance de la propriété intellectuelle et diversités sectorielles	
1-1 L'innovation des entreprises : entre volonté et obstacles <i>Pierre Blanchard, Jean-Pierre Huiban, Antonio Musolesi</i>	20
1-2 Protection de la propriété intellectuelle : brevet ou secret ? <i>Serge Pajak, Télécom ParisTech</i>	32
1-3 Innovation et R & D dans l'industrie culturelle française <i>Catherine Silavong, Patrick Waelbroeck</i>	42
1-4 Les déterminants organisationnels de l'innovation-produit : les spécificités des firmes agroalimentaires françaises <i>Galliano Danielle, Garedeu Lulit, Magrini Marie-Benoit.</i>	50
1-5 L'industrie pharmaceutique s'adapte à la hausse du coût de développement des médicaments <i>Guillaume Gilquin, Benjamin Guédou</i>	70
<hr/>	
DEUXIÈME PARTIE	103
<hr/>	
Innovation et coopérations	
2-1 Partenariats public/privé et innovation dans les entreprises : une comparaison France/Allemagne <i>Stéphane Robin, Torben Schubert</i>	104
2-2 Appropriation de l'innovation et coopération des firmes françaises : une étude empirique sur les données de CIS3 <i>Delphine Gallaud, Maximilien Nayaradou</i>	122
2-3 La production de publications et de brevets dans les collaborations de recherche public-privé : nouveaux résultats empiriques sur données françaises <i>John Gabriel Goddard, Marc Isabelle</i>	146

Innovation et performances économiques

3-1 L'activité d'innovation influence-t-elle la structure financière des entreprises ? <i>Jean Belin, Sandra Cavaco, Marianne Guille</i>	168
3-2 Innovation et performance des exportateurs : une analyse empirique sur données d'entreprises françaises <i>Flora Bellone, Sarah Guillou</i>	186
3-3 Innovation, productivité et exportation : une comparaison entre pays européens et latino-américains <i>Julio Raffo, Stéphane Lhuillery, Fernando Freitas, Luis Miotti, João Alberto De Negri</i>	208
3-4 De la qualité à l'innovation : éléments tirés de deux enquêtes auprès des entreprises françaises <i>Sanja Pekovic, Fabrice Galia</i>	240
3-5 Innovations et performances des sociétés : comparaison entre les services et l'industrie manufacturière <i>Christian Cordellier</i>	268
3-6 La participation des entreprises aux PCRD européens et ses impacts : une comparaison France/Pays-Bas <i>Stéphane Robin, Ronald Dekker, Alfred Kleinknecht</i>	300

ANNEXE

Questionnaire CIS4

1. Informations générales sur l'entreprise	326
2. Innovation de produits - biens ou services	327
3. Innovation de procédés	327
4. Activités d'innovation en cours ou abandonnées	327
5. Activités et dépenses d'innovation	328
6. Sources d'information et de coopération	329
7. Effets de l'innovation entre 2002 et 2004	330
8. Facteurs freinant les activités d'innovation	330
9. Droits de propriété intellectuelle	331
10. Innovations d'organisation et de marketing	331
11. Principale innovation entre 2002 et 2004	331

Introduction



Les enquêtes innovation et l'analyse des processus d'innovation

L'analyse des processus d'innovation des entreprises a connu une forte montée en puissance dans les dernières décennies grâce à la réalisation et à l'exploitation des enquêtes sur l'innovation. De telles enquêtes, dites CIS (Community innovation survey) sont aujourd'hui pratiquées dans de nombreux pays, non seulement développés, telles que les enquêtes CIS dans l'Union européenne, mais aussi en développement¹.

L'enjeu essentiel consiste à affiner les mesures de l'innovation en allant au-delà des approches traditionnelles préconisées initialement par le manuel de Frascati qui réduisent l'analyse de l'innovation à une relation input/output entre dépenses de R & D et production de brevets. Ces enquêtes fournissent, en effet, des informations quantitatives mais aussi qualitatives variées sur les processus à l'œuvre au sein des entreprises innovantes permettant de cerner de manière beaucoup plus fine les différentes dimensions du développement des innovations.

Destinées à éclairer des processus complexes, fortement immatériels (production de connaissances) et stratégiques, ces enquêtes posent parfois des problèmes méthodologiques pour leur exploitation statistique et économétrique. Il n'en reste pas moins qu'avec l'aide des progrès accomplis dans les techniques économétriques et les analyses théoriques sous-jacentes, elles ont permis des avancées significatives dans la compréhension des mécanismes de l'innovation (Mairesse et Mohnen, 2010²).

Ces avancées concernent d'abord les mécanismes microéconomiques de l'innovation. Au-delà de la simple analyse du rendement de la R & D, les améliorations réalisées dans l'estimation de fonctions de production d'innovation (ou de connaissances) permettent de mieux apprécier la diversité des comportements d'innovation. Elles s'appuient sur de nouvelles mesures, tant des outputs innovants que des inputs, et sur le développement de techniques plus à même de prendre en compte la complexité des phénomènes à l'œuvre (problème de sélection, d'endogénéité, de dynamique).

L'appréciation de l'impact de l'innovation sur les performances économiques des entreprises a aussi connu récemment des avancées importantes, non seulement vers une meilleure appréciation de la relation R & D - productivité, mais aussi vers une prise en compte de la diversité des formes d'innovation et donc de leurs effets.

Ces progrès se retrouvent aussi à des niveaux plus agrégés. En autorisant l'élargissement des champs sectoriels et territoriaux couverts et en autorisant les approches comparatives, les efforts

¹ Les enquêtes CIS ont été mises en place au début des années 1990 par la Commission européenne (Eurostat). Elles s'appuient sur le manuel d'Oslo pour une approche harmonisée et précise du concept d'innovation. Réalisées tous les 4 ans d'abord, puis tous les deux ans, les enquêtes CIS fournissent des informations sur les années 1990-1992 (CIS1), 1994-1996 (CIS2), 1998-2000 (CIS3), 2002-2004 (CIS4), 2004-2006 (CIS2006), 2006-2008 (CIS2008).

² Jacques Mairesse et Pierre Mohnen, "Using innovation surveys for econometric analysis", *UNU-MERIT Working Paper 2010-023*, 2010.

d'harmonisation de ces enquêtes offrent de nouvelles perspectives d'analyse. En particulier les enjeux du rapport entre rendement privé et rendement social de la R & D et de l'innovation s'en trouvent mieux cernés et remplacent progressivement la perception un peu fruste des externalités, qui a longtemps prévalu dans nombre d'analyses des rapports entre innovation et croissance.

Enfin un autre intérêt, et non des moindres, des travaux basés sur ces enquêtes innovation est leur capacité à faire émerger de nouvelles thématiques en économétrie de l'innovation et de permettre la confrontation empirique d'analyses théoriques nouvelles au-delà de celles axées sur les fonctions de production d'innovation ou sur la relation innovation - performances. Il en est ainsi des travaux portant sur la recherche de complémentarité dans les formes d'innovation ou les ressources pour innover, les approches de plus en plus fines concernant les méthodes de protection de la propriété intellectuelle et leurs effets sur l'innovation, les analyses reliant modes de financement et formes d'innovation ou encore les nombreux travaux portant sur l'analyse des stratégies d'acquisition de connaissances et les pratiques de coopération en découlant.

Cet ouvrage qui réunit une quinzaine d'articles réalisés par des experts, illustre donc les avancées récentes réalisées dans l'analyse des processus, des comportements d'innovation et de leurs impacts, grâce à l'exploitation des enquêtes innovation par des chercheurs ou praticiens français. Il se situe totalement dans la ligne du nécessaire rapprochement entre économistes et statisticiens réclamé par Mairesse et Mohnen (2010).

L'ouvrage est structuré autour de trois thèmes majeurs retraçant les principaux éléments moteurs, les moyens et les enjeux de l'innovation en entreprise. La première partie éclaire la diversité des déterminants et processus d'innovation comme principaux éléments moteurs de l'innovation. La deuxième partie montre comment les coopérations en R & D, permettant l'acquisition des connaissances externes et l'articulation entre compétences internes et externes aux entreprises, sont des moyens essentiels pour innover aujourd'hui. Enfin, la troisième partie met en évidence les enjeux de l'innovation sur différentes dimensions de la performance des entreprises. Des résultats originaux et précis sont fournis sur chacun de ces thèmes ainsi que sur des thèmes transversaux touchant aux différences sectorielles ou nationales notamment. L'ouvrage fournit aussi des éclairages importants sur un certain nombre de questionnements méthodologiques récurrents concernant l'exploitation des enquêtes CIS : problème de sélection sur les firmes innovantes, problème de cohérence des enquêtes dans le temps ou entre nations rendant difficile les approches dynamiques et les comparaisons dans l'espace, problèmes liés à l'appareillage avec d'autres bases de données... Chaque fois des solutions sont proposées qui permettent d'élargir les potentialités d'exploitation de ces enquêtes. Un ou deux chapitres de cet ouvrage exploitent d'autres sources que l'enquête CIS et apportent ainsi des compléments ou des contre-point intéressants.

Contenu de l'ouvrage

La première partie de cet ouvrage porte sur l'analyse des déterminants de l'innovation et des processus menant à l'innovation dans l'entreprise. L'hétérogénéité des déterminants et de leur rôle y apparaît clairement, démontrant la diversité des comportements d'innovation. Les voies pour innover varient, en effet, selon les entreprises, les secteurs, les formes d'innovation et les incitations à innover.

Dans les enquêtes CIS, les principaux déterminants de l'innovation, déjà assez largement étudiés par la littérature, sont la taille et le type d'entreprise, les secteurs d'activités, l'appartenance de l'entreprise à un groupe, les opportunités technologiques, les parts de marché, les sources d'informations, le degré de concurrence et la capacité à s'approprier les bénéfices de l'innovation.

Les deux premiers chapitres de la première partie approfondissent la littérature sur deux déterminants fondamentaux de l'innovation en entreprise : les obstacles à l'innovation pour le premier et les comportements de protection de la propriété intellectuelle pour le second. Ils offrent une analyse plus poussée de ces problématiques, permettant d'affiner les interprétations. Les chapitres suivants proposent des approches sectorielles fines des comportements d'innovation : l'industrie culturelle, l'agroalimentaire et l'industrie pharmaceutique. L'ensemble de cette partie met ainsi en garde contre toute généralisation excessive des résultats obtenus concernant les déterminants de l'innovation, notamment lorsqu'il s'agit de définir des politiques publiques visant à inciter les entreprises à innover.

Dans l'article 1 de la première partie, Pierre Blanchard, Jean-Pierre Huiban et Antonio Musolesi s'intéressent aux obstacles à l'innovation et à leur impact sur la propension à innover des entreprises. Ils réexaminent en particulier le paradoxe bien connu de la littérature économétrique selon lequel les obstacles à l'innovation auraient un impact positif sur cette propension. Les auteurs établissent en effet la relativité de la notion d'obstacles en fonction des intentions ou non d'innover des entreprises et montrent que cette notion n'est vraiment pertinente, ou au moins ne peut être vraiment sensible, que pour les entreprises qui essaient véritablement d'innover. En reformulant les estimations économétriques, pour tenir compte de ce biais et distinguer les entreprises souhaitant innover de celles qui se situent elles-mêmes d'emblée hors de la dynamique d'innovation, ils montrent que les obstacles à l'innovation jouent bien de façon négative pour les firmes qui souhaitent innover, donnant ainsi une explication au paradoxe.

Un autre déterminant important des comportements d'innovation est étudié dans l'article 2 de la première partie, écrit par Serge Pajak. Il s'agit des pratiques de protection de la propriété intellectuelle. En comparant les pratiques effectives des firmes, rapportées dans l'enquête CIS4, avec leurs intentions exprimées dans les enquêtes CIS antérieures, l'auteur montre que l'usage du brevet relativement au secret est croissant avec la taille des firmes, ce qui confirme les intentions d'innover. En revanche, contrairement aux intentions précédemment affichées, les firmes de petite taille sont les seules dans CIS4 à recourir plus fortement au secret qu'au brevet. Au-delà de ces résultats généraux cet article tente aussi de mieux cerner les différences de comportements liées à l'importance de l'innovation. De ce point de vue les résultats obtenus interrogent les institutions quant à l'efficacité de leur régime de propriété intellectuelle.

Les articles 3, 4 et 5 de la première partie présentent trois analyses sectorielles et montrent le caractère non universel des déterminants de l'innovation et de leurs combinaisons.

Catherine Silavong et Patrick Waelbroeck établissent, dans l'article 3, que les firmes des industries de la culture utilisent peu les dépenses de R & D internes pour innover et s'appuient beaucoup plus sur les acquisitions extérieures d'équipement ainsi que sur le marketing et la formation. On peut alors s'interroger sur l'efficacité des politiques publiques très orientées vers le soutien aux dépenses de R & D pour aider à l'innovation dans ce secteur.

La spécificité sectorielle de l'innovation est une nouvelle fois illustrée dans l'article 4 où Danielle Galliano, Lulit Garedeu Lulit et Marie-Benoît Magrini traitent de l'importance des déterminants organisationnels pour l'innovation de produit dans les firmes de l'agroalimentaire. Bien que traditionnellement classée « Low Tech » dans les nomenclatures axées sur l'innovation par la R & D, l'agroalimentaire ressort de cette étude comme une industrie innovante. L'innovation y apparaît, en revanche, fortement tirée par l'aval de la filière et prend des formes multiples mêlant innovations radicales et incrémentales.

La première partie de l'ouvrage se termine par une étude de Guillaume Gilquin et Benjamin Guédou sur le secteur de la pharmacie. Les déterminants de l'innovation apparaissent largement extérieurs

à la sphère de l'entreprise elle-même ou de son environnement direct. Ils relèvent beaucoup plus du contexte global de marché et réglementaire. L'innovation découle directement de la R & D et il importe de comprendre ce qui motive l'investissement en R & D dans ces secteurs et, en particulier, quel est le bon mixte entre politiques d'incitation à la R & D et politiques de protection de la propriété intellectuelle. On touche avec cet article aux limites de l'enquête CIS : dans sa conception actuelle, elle ne permet pas d'appréhender suffisamment finement de telles incitations à investir en R & D.

La deuxième partie de cet ouvrage porte sur un thème de forte actualité, tant dans les pratiques des acteurs que par l'importance des instruments de politiques publiques qui incitent à leur développement : il s'agit des coopérations en R & D. Le développement d'interactions collaboratives entre acteurs aux compétences diverses est à la source des dynamiques de diffusion et d'exploitation croisée des connaissances porteuses d'innovation. Au-delà des motivations classiques liées au partage des coûts et des risques c'est bien plus largement la capacité des acteurs de l'innovation à s'insérer dans cette dynamique globale de réseaux et à bénéficier des ressources qu'elle offre qui est recherchée. On touche ainsi des thèmes au confluent entre politique industrielle et politique scientifique posant des questions difficiles de coordination entre acteurs agissant dans des sphères différentes (Université/industrie) et articulant coopération et concurrence entre entreprises.

Plusieurs articles s'intéressent à la question des relations université-industrie qui sont considérées (souvent dans le cadre des Etats-Unis) comme parmi les plus porteuses en matière d'innovation et de performances pour chaque partenaire³.

L'article 1, écrit par Stéphane Robin et Torben Schubert, propose une analyse des effets des coopérations université-industrie sur la propension à innover des entreprises, afin d'apporter des éclairages sur la pertinence des politiques publiques largement orientées vers l'incitation à ce type de coopération. Au-delà de la mise en évidence des problèmes méthodologiques de comparabilité des données CIS entre pays, cet article montre comment les différences de comportements coopératifs entre entreprises allemandes et entreprises françaises sont capables d'expliquer l'effet beaucoup plus élevé des coopérations sur la propension à innover en Allemagne qu'en France. Ce résultat aboutit à l'idée qu'une politique de coopération université/industrie ne doit pas se focaliser sur les grandes entreprises à hautes technologies mais prendre en considération comme c'est davantage le cas en Allemagne les entreprises de plus petites tailles appartenant à des secteurs moins naturellement orientés vers la R & D.

Dans l'article 2, Stéphane Robin, Ronald Dekker et Alfred Kleinknecht prolongent cette approche en étudiant les caractéristiques des entreprises participant au Programme Cadre de Recherche Développement (PCRD), instrument emblématique des politiques d'innovation en Europe. En appareillant les enquêtes CIS3 et CIS4 pour se donner le recul nécessaire, en croisant les effets des instruments nationaux et européens, en tentant d'isoler des effets de substitution vs levier des financements et en offrant une perspective de comparaison internationale, cet article éclaire de manière fine les effets des PCRD sur l'innovation des entreprises et aboutit à un résultat surprenant : le soutien à l'innovation par les PCRD a pour effet d'augmenter la propension à innover (en permettant à davantage d'entreprises de devenir innovantes), mais pas celle d'augmenter la capacité à innover des entreprises déjà innovantes (il n'agit pas sur l'intensité d'innovation).

³ Zucker et Darby (2007) parlent du cercle vertueux des relations universités/entreprises dans « Virtuous circles in science and commerce », *Papers in Regional Science*, 86 (3).

Alors que les deux précédentes contributions considèrent les pratiques de coopération comme des déterminants de l'innovation, les deux contributions suivantes changent la perspective d'analyse et s'interrogent sur la manière dont les pratiques de coopérations peuvent modifier notre perception traditionnelle d'autres problématiques de l'innovation, en particulier celle de l'appropriation et plus précisément de la propriété intellectuelle.

Dans l'article 3, Delphine Gallaud et Maximilien Nayaradou montrent en quoi le cadre coopératif peut renouveler notre analyse des pratiques d'appropriation par les entreprises. Les moyens de protection utilisés par les entreprises sont mis en regard de leurs pratiques de collaboration. Des motivations nouvelles des choix entre moyens stratégiques/moyens légaux, brevets ou marques, apparaissent. De façon générale les pratiques collaboratives contribuent au renforcement de l'usage de moyens de protection de toutes sortes mais certaines formes de collaboration sont associées de façon privilégiée à certaines formes de protection, par exemple la marque pour les coopérations avec les universités.

La deuxième partie de l'ouvrage s'achève par une étude de John Gabriel Goddard et Marc Isabelle, consacrée aux déterminants des choix entre brevets et publications pour la diffusion des résultats des collaborations Université/Entreprises. Cet article propose ainsi une autre facette des déterminants du choix ou non de breveter dans le cadre coopératif. L'étude s'appuie sur une enquête spécifique, menée auprès de grands laboratoires de recherche publique français en chimie et sciences de la vie, qui permet de mieux cerner les déterminants des choix des formes de diffusion des résultats en fonction des choix organisationnels et des moyens mis dans la collaboration. Les résultats soulignent l'importance des moyens humains nécessaires aux dépôts de brevets dans un cadre collaboratif et plaident pour le développement d'enquêtes harmonisées internationalement sur ces sujets.

La troisième partie de cet ouvrage s'intéresse au rôle de l'innovation sur les performances économiques des entreprises et des nations. La diversité des enjeux de l'innovation s'exprime dans cette partie par la diversité des mesures de performances sur lesquelles se penchent les auteurs. Loin de se limiter à la célèbre Productivité Totale des Facteurs, ceux-ci investissent des champs variés comme celui de la structure financière des entreprises, de l'exportation, des parts de marché ou de la qualité mais surtout ils s'intéressent à l'imbrication des déterminants et des critères rendant difficile le repérage des causalités et pouvant poser des problèmes d'endogénéité. Ainsi en est-il, par exemple, des relations innovation-exportation-productivité ou des relations innovation-qualité comme déterminants des performances. La diversité des enjeux s'exprime aussi à travers la mise en avant des facteurs contextuels de la performance et en particulier du rôle des différences sectorielles. Ainsi, le secteur des services semble présenter encore beaucoup de mystère dans ses rapports à l'innovation. Enfin, dans cette dernière partie, les enjeux méthodologiques de l'exploitation des enquêtes innovation sont forts, dans la mesure où l'analyse de l'impact de l'innovation sur les performances nécessite à la fois de croiser des enquêtes sur innovation et sur performance et de développer une perspective dynamique d'analyse d'impact.

Dans la contribution de Jean Belin, Sandra Cavaco et Marianne Guille, l'innovation est abordée sous l'angle de son financement et de la structure financière des entreprises innovantes. Le résultat central de l'étude, menée sur les firmes françaises entre 1994 et 2004, est que les entreprises innovantes comportent des caractéristiques non observées, spécifiques de leur activité de R & D, qui expliquent une relation décroissante entre l'effort de R & D et l'utilisation de la dette bancaire. Cette inadaptation de l'endettement bancaire pour l'activité de R & D conduit les entreprises innovantes vers des structures financières spécifiques.

Les deux articles suivants s'intéressent à la question des rapports entre innovation, productivité et exportation, avec une analyse des performances au niveau des entreprises pour l'article 2 et une analyse macroéconomique dans l'article 3.

Flora Bellone, Sarah Guillou et Lional Nesta cherchent à expliquer les différences de performances productives qui caractérisent des entreprises de taille similaire appartenant à un même secteur. Au contraire de la littérature existante, qui montre d'un côté les effets des capacités d'exportation et de l'autre les effets des capacités d'innovation sur ces performances, ces auteurs établissent qu'il est difficile de traiter des unes sans les autres, les stratégies d'exportation et d'innovation et leurs effets étant imbriqués. Les résultats de l'étude montrent que l'innovation est un facteur explicatif des primes à l'exportation mais qu'il n'est pas exclusif. Il y a donc une partie de l'avantage de productivité des firmes exportatrices qui ne tient pas spécifiquement à leur activité d'innovation.

J. Raffo, S. L'Huillery, F. Freitas, L. Miotti et J. De Negri insistent sur les déterminants nationaux de l'hétérogénéité des firmes. Plus précisément, ils cherchent à repérer l'existence ou non de différences entre pays en voie de développement et pays européens dans la capacité de l'innovation à se traduire par une augmentation des performances des entreprises. Ils mènent une étude des causalités R & D - innovation - productivité à laquelle une étape « exportation » est ajoutée. L'analyse précise des résultats obtenus à chaque étape met en avant l'existence de quelques défauts de bouclage des systèmes nationaux d'innovation dans les PVD, contraignant les entreprises à des niveaux de performances inférieurs à ceux de leur homologues des pays européens.

L'article de Sanja Pekovic et Fabrice Galia s'intéresse à la question complexe des relations entre processus « qualité » et processus d'innovation en tant que déterminants des performances de l'entreprise. Si les effets positifs des procédures « qualité » d'un côté et de l'innovation d'un autre côté ont été démontrés dans la littérature, leurs effets croisés font l'objet de controverses. Pour certains, il existe une relation positive entre gestion de la qualité et innovation, alors que pour d'autres, au contraire, les systèmes de gestion de la qualité possèdent des caractéristiques susceptibles de freiner l'innovation. Cette relation qualité/innovation serait ainsi source d'arbitrage dans les stratégies de recherche de performance des firmes. En analysant précisément l'impact des procédures « qualité » sur les performances innovantes, l'article fournit un éclairage utile pour mieux cerner ces éventuels effets d'arbitrage.

L'article de Christian Cordellier clôture cette partie en tentant de repérer les différences caractérisant secteur des services et secteurs industriels dans la relation entre innovation et performances. S'appuyant sur des comportements d'innovation différents (différentes formes de complémentarité entre innovation de produit, de procédé, organisationnelle ou marketing), les performances des entreprises sont étudiées en termes de part de marchés et de productivité. Les résultats distinguent industrie et services technologiques d'une part, et les autres services d'autre part. Pour les premiers, l'innovation a un effet bénéfique sur la productivité, en particulier lorsqu'elle concerne des produits ou des procédés ; pour les seconds on ne repère pas d'effet apparent des innovations. Au total cet article montre tout de même la forte difficulté qu'il peut y avoir à distinguer ce qui relève des différences dans la combinaison des innovations mises en œuvre au niveau des entreprises et ce qui relève de réelles différences de type sectoriel.

Principales limites des travaux empiriques sur l'enquête CIS et nouvelles directions de recherche suggérées.

Au delà des résultats propres qu'elles offrent, les études rassemblées dans cet ouvrage mettent en lumière un certain nombre de difficultés pour le développement d'analyses plus fines concernant les déterminants, formes et impacts de l'innovation dans les entreprises. Ces difficultés nécessiteront des aménagements des enquêtes dédiées à l'innovation. Le premier point concerne les secteurs « oubliés » des enquêtes et, plus globalement, des analyses sur l'innovation : certains secteurs des services, de la culture en particulier. Outre le choix des champs couverts, ceci pose la question de l'appréhension des formes non technologiques de l'innovation dans les enquêtes. Au-delà des innovations organisationnelles ou marketing, qui restent très largement complémentaires des innovations technologiques, on reste encore aujourd'hui très peu armé pour appréhender d'autres formes de créativité intellectuelle porteuses en matière de développement économique.

Les nouvelles formes organisationnelles de la production collective et interactive de l'innovation doivent aussi mieux être appréhendées par les futures enquêtes sur l'innovation. Au-delà de l'existence même de collaborations, devenue courante aujourd'hui, ce sont les formes prises par ces collaborations (réseaux formels de coopérations, communautés scientifiques, pratiques ou réseaux sociaux) et surtout la capacité d'une entreprise à se positionner globalement au sein des réseaux formés par ces partenariats qu'il s'agit de mieux apprécier. Cette insertion dans les réseaux participe en effet à la capacité créative et de valorisation des innovations des entreprises. Elle a aussi des conséquences sur les enjeux stratégiques de la protection intellectuelle.

Enfin, limite importante des enquêtes sur l'innovation, elles ne portent que sur les entreprises innovantes et ne développent le questionnaire que sur ces seules entreprises. Ceci constitue une contrainte très forte pour la mise en place de modèles empiriques de l'innovation. Ainsi les pratiques de partenariats par exemple sont loin d'être réservées aux seules entreprises innovantes. Une meilleure compréhension des formes et modalités partenariales les plus favorables à l'innovation suppose donc de pouvoir confronter leur observation sur entreprises innovantes et non innovantes.

Plus largement, alors que la plupart des études économétriques menées sur l'innovation, ses déterminants, ses formes et ses effets à partir des enquêtes CIS, débouchent sur des enseignements en matière de politiques publiques incitatives, un faible nombre de travaux d'évaluation de politique publique exploite cette enquête. L'absence de contrepoint possible avec les entreprises non innovantes en est sans doute une des raisons principales, de même que la difficulté à créer des perspectives de comparaisons dans le temps ou dans l'espace assez larges à partir de cette enquête.

Autant de points à propos desquels cet ouvrage suggère des pistes d'amélioration et des voies pour de nouvelles investigations.

Nadine Massard
Directrice adjointe du Creuset – CNRS
Professeure des Universités en économie à l'Université Jean Monnet Saint-Étienne

Première partie

Comportements d'innovation : importance de la propriété intellectuelle et diversités sectorielles

- 1-1 L'innovation des entreprises : entre volonté et obstacles. . . . 20
- 1-2 Protection de la propriété intellectuelle : brevet ou secret ? . . 32
- 1-3 Innovation et R & D dans l'industrie culturelle française 42
- 1-4 Les déterminants organisationnels de l'innovation-produit :
les spécificités des firmes agroalimentaires françaises 50
- 1-5 L'industrie pharmaceutique s'adapte à la hausse
du coût de développement des médicaments 70

L'innovation des entreprises : entre volonté et obstacles

Pierre Blanchard¹
Jean-Pierre Huiban²
Antonio Musolesi³

Résumé

Cet article propose d'estimer les déterminants de la propension à innover des firmes, en mettant l'accent sur l'impact d'obstacles éventuels. L'hypothèse centrale est qu'il convient d'abord de distinguer entre, d'une part, les firmes qui souhaitent innover, qu'elles y arrivent ou non, et, d'autre part, celles qui ne le souhaitent pas. À partir de l'utilisation des données issues de l'enquête CIS4, nous construisons alors une classification effective des firmes selon ce critère. En ne conservant que l'ensemble des firmes qui souhaitent innover, on met en lumière l'impact positif des inputs de l'innovation (comme la R & D), mais également le rôle négatif des obstacles rencontrés. La taille de la firme et son éventuelle appartenance à un groupe exercent également une influence positive sur la propension à innover.

¹ ERUDITE-TEPP, Université Paris-Est Créteil, 61 av. du Gal de Gaulle 94010 Créteil Cedex France

² INRA, UR 1303 ALISS, 65 Bd de Brandebourg, 94205 Ivry Cedex France,

et ERUDITE-TEPP, Université Paris-Est Créteil, 61 av. du Gal de Gaulle 94010 Créteil Cedex France

³ INRA, UMR 1041CESAER, 26 Bd Dr Petitjean, 21079 Dijon Cedex France

■ Introduction

Tant en France que dans les autres pays européens, les recherches sur les déterminants de la capacité des entreprises à innover font un usage intensif des enquêtes CIS. Deux groupes de facteurs explicatifs sont le plus souvent mis en avant. Le premier est constitué des quantités d'inputs de l'innovation mis en œuvre : dépenses de R & D internes et/ou externes, autres sources de connaissances utilisées (par exemple coopérations avec des centres de recherche publics ou privés, etc.). Le second groupe comprend généralement des variables caractéristiques de la firme (ainsi sa taille ou son éventuelle appartenance à un groupe) et de son environnement (par exemple son appartenance sectorielle ou sa localisation géographique). Ces travaux montrent, en conformité avec les prédictions théoriques, que la propension à innover des firmes croît avec la quantité d'inputs utilisée, la taille de la firme ou la concentration d'activités présentes dans son environnement.

Par contre, alors même que les enquêtes CIS fournissent une information relativement détaillée sur les obstacles rencontrés par les entreprises souhaitant innover, peu d'études incorporent cette information comme facteur explicatif supplémentaire de la propension des firmes à innover. Ceci s'explique sans doute par le caractère contre-intuitif des résultats souvent obtenus. Les coefficients associés aux variables caractérisant les obstacles sont souvent non significatifs, voire même positifs, comme le mentionnent Mohnen *et al.* (2004) et, dans le cas particulier des contraintes financières, Savignac (2008).

Dans cet article, nous proposons une explication de ce résultat singulier, explication issue de l'examen des données de l'enquête CIS4. Sur environ 20 000 firmes ayant répondu à l'enquête, près de 40 % déclarent avoir effectivement réussi à innover, mais seulement un peu plus de 1 % disent avoir échoué ou ne pas avoir achevé un projet d'innovation. Les 59 % restantes se composent donc de firmes ne s'étant pas engagées dans un projet innovant. Nous disposons finalement de peu d'informations sur ces firmes : ont-elles essayé d'innover sans succès, mais, dans ce cas, pourquoi ne pas le déclarer ? Ont-elles renoncé, avant même le lancement effectif du projet, du fait des obstacles rencontrés et/ou anticipés ? Ou s'agit-il de firmes qui ne se considèrent pas concernées par l'innovation ? Cette dernière hypothèse nous semble intéressante à explorer car susceptible d'expliquer l'absence d'innovation pour une partie au moins des entreprises. Alors que la quasi-totalité des études considère les firmes n'ayant pas innové comme un ensemble homogène, il nous semble primordial de distinguer entre les firmes qui n'ont pas pu innover (du fait notamment des obstacles anticipés ou rencontrés) et celles qui, de fait, n'ont même pas cherché à le faire. Bon nombre de firmes ne sont effectivement pas engagées dans un processus d'innovation, tout simplement parce qu'elles ne le veulent pas et/ou n'y ont pas intérêt. Ces firmes, pour qui l'innovation n'est pas une préoccupation, en tout cas sur la période considérée, constituent finalement la majeure partie des firmes qui ont déclaré ne pas avoir rencontré d'obstacles à l'innovation. Identifier la présence d'obstacles suppose en effet d'avoir, au minimum, envisagé d'innover. De ce fait, et ainsi que l'a montré Savignac (2008), la variable « obstacles » devient endogène. Le but de cette étude est donc de proposer une classification des firmes en fonction de leur degré d'implication dans un processus d'innovation, puis d'observer comment évoluent les résultats d'estimation de la fonction d'innovation (en particulier l'impact des obstacles rencontrés) selon les populations prises en compte.

Un aperçu de la littérature montre que l'hypothèse de firmes ne s'engageant volontairement dans aucun processus d'innovation n'est que rarement évoquée alors même que, statistiquement, une telle situation paraît fréquente, voire majoritaire. Nous suggérons pourtant deux schémas explicatifs. Le premier concerne des firmes qui opèrent sur des marchés sur lesquels il n'apparaît pas indispensable d'innover pour rester profitable. Ces marchés peuvent correspondre à des biens relativement standardisés pour lesquels la demande est stable et la concurrence

(éventuellement par des substituts à plus fort contenu technologique) limitée. Il peut aussi s'agir de biens très spécifiques, dont la production s'appuie sur une image liant qualité et tradition, et donc contradictoire avec la notion d'innovation. Le second schéma, complémentaire du précédent, s'appuie sur le constat d'une très forte hétérogénéité entre firmes face à l'innovation, y compris au sein d'un même secteur. Une partie des firmes innove, ou tente de le faire, tandis que d'autres adoptent une stratégie de suivisme, plus conforme aux moyens qui sont les leurs.

Le questionnaire CIS nous fournit les moyens concrets d'établir une telle distinction entre firmes, au prix de certaines hypothèses. Nous construisons ainsi plusieurs sous-populations, à partir de la population totale des firmes observées (soit 19 214 firmes). Selon que l'on adopte une définition plus ou moins stricte du fait, pour une entreprise, d'être potentiellement innovante, on aboutit à ce que 12 506, 11 547 ou 10 334 de ces 19 214 firmes peuvent être considérées comme concernées par l'innovation, alors que la population des firmes ayant elles-mêmes déclaré être engagées dans un tel processus se compose de 7 954 unités (dont près de 97 % ont effectivement réussi à innover et seulement 3 % ont échoué ou n'ont pas achevé le processus).

Un modèle explicatif de la propension à innover est alors estimé sur chacune de ces sous-populations. Les résultats diffèrent nettement selon la population considérée. Nous retrouvons d'abord des résultats contre-intuitifs dans le cas de la population d'ensemble, mais l'impact négatif des obstacles rencontrés se précise très nettement au fur et à mesure que l'on isole de façon de plus en plus précise les seules firmes concernées par un processus d'innovation. Les estimations relatives à l'impact des autres facteurs de l'innovation restent conformes aux résultats classiques. Les inputs, en l'espèce les dépenses de R & D, jouent un rôle positif, tout comme la taille de la firme et son appartenance éventuelle à un groupe.

La suite de l'article se structure de la façon suivante. La partie 1 explore la littérature afin d'y repérer quelques éléments théoriques et empiriques qui soient cohérents avec notre hypothèse. La partie 2 présente les données utilisées et la façon dont, à partir du questionnaire de CIS4, nous construisons les différentes sous-populations. Les résultats d'estimation sont présentés dans la partie 3, avant que la partie 4 ne conclue.

■ Vouloir innover ou pas ? Quelques repères

Face aux obstacles à l'innovation, les firmes peuvent se situer dans une des quatre catégories suivantes :

- celles qui surmontent de tels obstacles, les firmes innovantes ;
- celles qui s'engagent dans un projet mais échouent, car elles n'ont pas réussi à surmonter tous les obstacles rencontrés ;
- celles qui auraient souhaité s'engager dans un projet mais ne le font pas, car les obstacles leur paraissent insurmontables ;
- celles qui ne rencontrent pas d'obstacles, simplement parce qu'elles ne cherchent pas à innover.

Les premières, et dans une moindre mesure les secondes, font l'objet d'une grande attention dans la littérature. Par contre, l'idée même qu'une firme ne cherche pas à innover ne semble pas pertinente. Pourtant, l'enquête CIS comporte explicitement une question destinée à ces entreprises n'ayant pas, de manière délibérée, innové, entreprises à qui il est demandé :

« Motifs pour ne pas innover :

- aucune nécessité en raison d'innovations précédentes ;
- aucune nécessité en l'absence d'une demande pour des innovations ».

Plus de 50% des entreprises non innovantes interrogées dans l'enquête CIS4 ont validé l'une et/ou l'autre de ces deux options, ce qui montre l'importance quantitative de cette catégorie d'entreprises. En outre, l'examen du tableau 1 ci-dessous montre qu'à l'exception des services financiers, à peine un tiers des entreprises du commerce, des services et du secteur de la construction déclarent être engagées dans un projet innovant. La seule exception notable concerne les services financiers qui affichent une propension à innover similaire à celle de l'industrie manufacturière, c'est-à-dire un peu plus de 50%.

TABLEAU 1
Part des firmes innovantes par secteur (NACE 1.1)

Secteur	Nombre de firmes	Part (en %) du secteur	Nombre de firmes innovantes	% innovantes dans le total
Mines et extraction	141	0,73	44	31,21
Industrie manufacturière	6 970	36,28	3 827	54,91
Production d'électricité, de gaz et d'eau	149	0,78	58	38,93
Construction	1 329	6,92	363	27,31
Commerce (gros et détail)	3 897	20,28	1 159	29,74
Hôtels / restaurants	677	3,52	166	24,52
Transports, stockage et manutention	1 650	8,59	518	31,39
Intermédiation financière	585	3,04	328	56,07
Immobilier	3 627	18,88	1 401	38,63
Autres activités de service	189	0,95	90	48,38
Total	19 214	100,00	7 954	41,40

Il paraît difficile de supposer que ces secteurs sont peuplés d'une majorité de firmes qui souhaiteraient innover mais qui en sont incapables. Si tel était le cas, de nouvelles firmes plus aptes à innover entreraient dans le secteur, provoquant l'élimination des précédentes, dont la présence n'aurait constitué qu'un accident transitoire. La seule explication plausible est que l'innovation n'a pas la même importance selon l'activité, ou plus généralement selon l'environnement de l'entreprise considérée. Dans certains secteurs, la survie d'une entreprise est clairement conditionnée par sa capacité à innover. Dans d'autres, une proportion (éventuellement significative) de firmes peut survivre et se développer sans innover. Comme indiqué précédemment, le cas de telles firmes n'est que rarement évoqué dans la littérature. Il ne semble pas exister de modélisation suggérant la possibilité de firmes non innovantes. Nous suggérons donc, à titre exploratoire, deux pistes qui ne semblent pas incohérentes avec une telle possibilité.

Produits innovants, produits standardisés ou produits traditionnels

Le postulat usuel est que les entreprises ne peuvent durablement assurer leur rentabilité sans innover, soit en proposant des produits nouveaux, soit en améliorant leurs procédés de production. Pourtant, certaines entreprises produisent et vendent des biens standardisés pour lesquels d'une part la demande est peu volatile, et d'autre part le niveau de concurrence par des biens substitués à plus fort contenu technologique est assez limité. Ces firmes peuvent alors produire à un coût relativement bas, en assez grandes séries et à l'aide de techniques de production éprouvées et amorties, des produits dont le contenu technologique est assez faible. La compétitivité de ces produits et des entreprises qui les fabriquent repose dès lors plutôt sur un niveau de prix aussi bas que possible que sur le caractère « novateur » du produit. On peut ainsi penser à certains produits alimentaires, à certains articles d'habillement, voire aux nouveaux modèles automobiles *low cost* produits par un nombre croissant de constructeurs.

De même, certains biens intermédiaires, tels que les aciers non spéciaux ou certains matériaux de construction « traditionnels », constituent des exemples de tels produits dans la conception desquels l'innovation technologique est *a priori* assez peu présente. Pour les entreprises concernées, l'incitation à innover apparaît donc assez faible. Il faut toutefois remarquer que la concurrence accrue des pays à bas salaires rend cette stratégie plus risquée aujourd'hui (sauf à délocaliser la production de ces produits). C'est sans doute pourquoi ce sont surtout les secteurs les moins exposés à la concurrence internationale (construction, certains services, commerce) qui, nous l'avons vu plus haut, sont ceux où les entreprises non innovantes sont les plus nombreuses.

Cette absence d'incitation à innover peut aussi exister dans le cas de firmes dont la production s'appuie sur une image liant qualité et tradition, et donc contradictoire avec l'idée même d'innovation. Certains produits d'habillement très spécifiques (la haute couture) et certains produits alimentaires peuvent relever de cette catégorie. Ainsi, à en croire les brasseurs allemands et, dans une certaine mesure, les instances sanitaires et celles de la concurrence de ce pays, ne mériteraient le nom de bière que les seuls produits respectant le *Reinheitsgebot*, un ensemble de règles de production édictées par Guillaume II, duc de Bavière, en 1516... Au-delà de la dénonciation de son éventuel caractère protectionniste, ce dispositif vient illustrer une situation où l'innovation, qu'elle soit de produit ou de procédé, est clairement désignée comme néfaste. La définition de la qualité du produit, son identité même sont clairement contradictoires avec la notion d'innovation. Si, dans bon nombre d'activités, il semble s'établir une relation positive entre qualité du produit (ou du procédé de fabrication) et innovation (cf, dans cet ouvrage, la contribution de S. Pekovic et F. Galia), la liaison inverse semble exister dans d'autres cas, pour des raisons tenant à une image de tradition (certains produits de luxe, par exemple) ou à des exigences sanitaires (certaines industries agroalimentaires). Une telle opposition peut même traverser un secteur donné, avec une différenciation entre produits innovants et produits traditionnels (la construction navale de plaisance, par exemple).

Hétérogénéité intrasectorielle, innovation et imitation

La seconde approche est sans doute susceptible de concerner un éventail plus large d'activités et s'appuie sur des références bibliographiques plus fournies. Elle part d'abord du constat empirique d'une grande hétérogénéité entre firmes au sein d'un secteur en matière d'innovation. Cette hétérogénéité concerne certes les résultats en termes de propension à innover, ainsi que cela a été mentionné, mais peut également s'observer dans le cas des moyens mis en œuvre pour l'innovation. Cohen & Klepper (1992) observent ainsi que, dans bon nombre d'industries, la distribution des firmes selon leurs dépenses de R & D est extrêmement étendue. Un grand nombre de firmes ne font pas du tout de R & D, tandis que d'autres y consacrent un effort significatif. Les unes et les autres coexistent tout au long des différentes périodes observées, aucune ne semblant promise à une disparition inéluctable. Cette division des tâches entre firmes est modélisée par la coexistence de plusieurs types de comportements stratégiques : « innovateurs », « imitateurs » et « retardataires ». Parmi de nombreuses références, on peut citer Jovanovic et Mc Donald (1994), Geroski (2000) pour une recension ou Ceccagnoli (2005) pour une étude récente. Dans ce cadre d'analyse, les firmes d'un même secteur peuvent choisir de mettre elles-mêmes au point des innovations ou, au contraire, de les adopter une fois qu'elles ont été implémentées par d'autres. L'adoption d'une stratégie d'innovation ou d'imitation dépend des caractéristiques de la firme (sa taille, l'âge des équipements), les modalités d'acquisition étant multiples : marchandes (achat de brevets, licences) ou non marchandes (spillovers).

■ Présentation des données et construction des populations

L'enquête CIS4 (pour la quatrième édition du *Community Innovation Survey*) s'est déroulée dans différents pays d'Europe en 2005. En France, plus de 20 000 entreprises ont été interrogées sur leur pratique en matière d'innovation durant la période 2002-2004. Après nettoyage, 19 214 firmes sont présentes dans le fichier de données individuelles utilisé pour cette étude. Au-delà de la définition des variables, présentées dans le tableau 2, nous utilisons ce questionnaire pour effectuer une distinction entre :

- les firmes qui souhaitent innover (qu'elles s'engagent effectivement ou non dans un projet, que celui-ci soit couronné de succès ou non) ;
- les firmes qui ne le souhaitent pas, parce que cela serait inutile voire néfaste pour elles.

TABLEAU 2
Construction des variables

Nom de variable	Numéro de question (CIS4)	Définition
Innovation	2.1 (produit) 3.1 (procédé)	Oui/Non à une des questions sur l'innovation produit ou procédé
R & D interne	5.2 a	Montant des dépenses de R & D internes
Groupe	1.1	Appartenance de la firme à un groupe de sociétés
Emploi	Autres sources (EAE)	Effectif moyen de la firme entre 2002 et 2004
Obstacles	8.2 a à 8.2 k	Obstacles rencontrés selon les motifs

Nettoyage des données : au départ, l'enquête comporte 20 672 firmes. Nous avons supprimé :

- 1 176 observations, telles que le taux de croissance annuel moyen entre 2002 et 2004 du chiffre d'affaires par tête était supérieur à 200 %, ou inférieur à - 60% ou manquant.
- 58 observations, telles que le ratio des dépenses internes de R & D sur le chiffre d'affaires moyen entre 2002-2004 était supérieur à 1 ou manquant.
- 18 observations, pour lesquelles les réponses relatives à la question sur les marchés géographiques (Q 1.2) et à la question sur les freins à l'innovation (Q 8.2) étaient manquantes.
- 200 observations correspondant à des firmes appartenant au secteur Recherche et Développement (Nace 73).
- 6 observations, telles que le ratio dépenses internes de R & D (multiplié par 1 000) sur le nombre moyen d'employés sur 2002-2004 et le ratio dépenses externes de R & D (multiplié par 1 000) sur le nombre moyen d'employés sur 2002-2004 étaient supérieurs à zéro et inférieurs à 1.

Malheureusement, il n'existe pas de question permettant d'effectuer directement une telle distinction. Il est donc nécessaire de déduire la situation de l'entreprise de sa réponse à d'autres questions effectivement posées. L'objectif est de repérer les entreprises effectivement concernées par le processus d'innovation. Nous faisons d'abord l'hypothèse que les firmes n'innovent pas sans l'avoir souhaité et nous partons ainsi d'un premier noyau dur, qui est celui des firmes ayant elles-mêmes déclaré avoir innové (soit 7 726 firmes), complété par les firmes ayant un projet qui a échoué ou qui n'est pas achevé (soit 228 firmes). Une fois ce premier tri effectué, il reste encore 11 260 firmes ayant déclaré ne pas avoir innové et dont nous devons essayer de déterminer si cela correspond à une volonté ou à une forme d'autocensure.

Pour ce faire, nous tirons parti de la question relative aux freins à l'innovation (question 8.2). Le dernier item de cette question est celui qui se rapproche le plus directement de notre propos : il y est évoqué « les motifs pour ne pas innover », avec deux mentions : « aucune nécessité en raison d'innovations précédentes » et « aucune nécessité en l'absence d'une demande pour

des innovations ». Le second motif, l'absence de demande, semble parfaitement entrer dans notre catégorie d'analyse : on peut considérer que la firme n'est pas concernée par l'innovation si le marché ne lui adresse nulle demande pour cela. Ce sont donc des firmes qui doivent être considérées comme non concernées par l'innovation. 5 268 entreprises déclarent ne pas avoir innové pour cette raison. Il reste donc 5 992 entreprises qui pourraient avoir envisagé d'innover mais qui y ont renoncé et que nous considérons donc comme potentiellement innovantes.

Le premier des deux motifs évoqués ci-dessus, lié à l'existence d'innovations antérieures, pose davantage de questions : il semble difficile d'arguer du fait qu'une firme a déjà innové pour soutenir qu'elle n'est pas concernée par l'innovation. Une telle hypothèse serait d'ailleurs contraire aux nombreux travaux qui se développent autour du thème de la *persistance* de l'innovation (Raymond *et al.* 2006). Pour ces raisons, il ne nous paraît pas judicieux de considérer comme non concernées par l'innovation les firmes ayant mentionné l'existence d'innovations antérieures.

Toutefois, il est intéressant de noter que peu d'entreprises déclarent ne pas avoir innové pour cette seule raison. Sur les 2 721 entreprises ayant donné cette réponse, plus des trois quarts (2 089) déclarent également ne pas avoir perçu de demande du marché pour une innovation. On retrouve ici l'idée selon laquelle les entreprises qui évoluent sur des marchés peu intensifs en technologie ne ressentent pas la nécessité d'innover à un rythme soutenu. Au total, la prise en compte de cette information ne modifie qu'assez marginalement notre décomposition de la population des entreprises non innovantes.

D'autres facteurs susceptibles de constituer des freins à l'innovation sont mentionnés : coûts, connaissances, marchés. Ces trois ensembles ne sont pas susceptibles d'une utilisation directe dans notre démarche, car ils ne constituent pas des motifs pour ne pas innover, mais des freins susceptibles d'agir sur la probabilité d'innover, non sur l'intérêt de l'innovation. Nous en proposons cependant une utilisation indirecte : nous formulons l'hypothèse qu'une firme ne souhaite pas innover si elle ne le fait pas alors qu'elle n'a rencontré aucun obstacle. Les firmes n'ayant pas innové mais ne déclarant pas non plus avoir rencontré de freins à l'innovation sont donc exclues de la population des firmes considérées comme potentiellement innovantes. Ceci réduit la population des entreprises non innovantes, qui peuvent être considérées comme potentiellement innovantes, à 4 552. Pour l'instant, sur les 19 214 entreprises que comporte notre échantillon initial, 7 954 se sont effectivement engagées dans un projet innovant, 4 552 ne l'ont pas fait mais auraient été susceptibles de le faire si elles n'avaient pas rencontré d'obstacles, et le reste, soit 6 708, semble ne pas avoir envisagé cette possibilité. La population des entreprises innovantes ou potentiellement innovantes se monte donc au total à 12 506 entreprises.

Notons que les réponses aux questions relatives aux freins à l'innovation prennent la forme d'un jugement sur le degré d'importance de chaque obstacle envisagé, avec quatre options : « élevé », « moyen », « faible », « sans objet ». Les firmes souhaitant innover ou à l'inverse non concernées par l'innovation peuvent donc être définies de façon plus ou moins restrictive selon les degrés d'intensité retenus. La définition précédente des entreprises non innovantes n'ayant pas déclaré s'être heurtées à un obstacle quel qu'il soit repose sur une définition stricte de l'absence d'intérêt à innover : seules les entreprises ayant déclaré « sans objet » chacun des obstacles considérés, alors même qu'elles n'ont pas innové, sont considérées comme n'ayant aucune velléité d'innover. Nous proposons deux autres définitions de la population des entreprises innovantes et potentiellement innovantes :

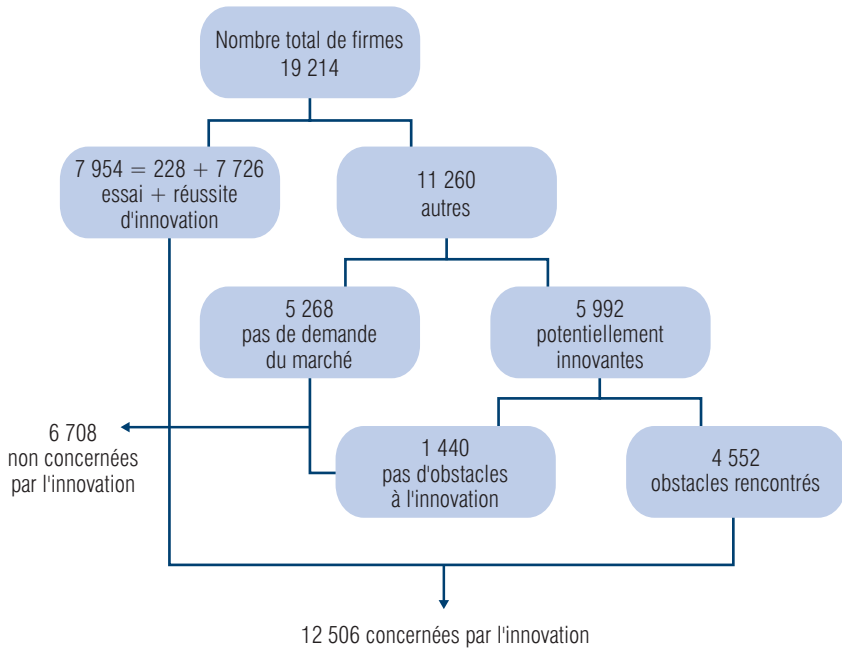
- dans la définition moyenne, sont exclues de cette population les entreprises non innovantes ayant déclaré comme « sans objet » ou « faible » l'importance de chacun des obstacles considérés. On aboutit ainsi à un ensemble plus réduit d'entreprises innovantes ou potentiellement innovantes, constitué de 11 557 firmes,

- dans la définition stricte, adossée à une définition plus large du refus d'innover (i.e. ayant déclaré comme « sans objet », « faible » ou « moyenne », l'importance de chacun des obstacles considérés), on aboutit à 10 334 firmes.

Au total, comme le résume la figure 1, cinq populations peuvent donc être considérées, dans le cadre d'un emboîtement progressif :

- la population totale, soit 19 214 firmes ;
- les trois sous-populations de firmes effectivement concernées par l'innovation, au sens large (12 506 firmes), moyen (11 547 firmes) ou strict (10 334 firmes) de notre classification ;
- la population réduite aux seules 7 954 firmes se déclarant innovantes ou ayant tenté de l'être.

FIGURE 1
Décomposition des firmes non concernées et concernées (sens large)
par l'innovation



Quelques statistiques relatives aux différentes sous-populations sont proposées dans le tableau 3. Les firmes non concernées par l'innovation sont en moyenne plus petites, plus souvent indépendantes, opèrent sur un marché aux dimensions plus réduites. L'examen des indicateurs de performance (chiffre d'affaires par individu, croissance du chiffre d'affaires) ne révèle pas de différences significatives entre les différentes populations. Les firmes non concernées par l'innovation sont différentes de celles qui le sont, mais pas moins efficaces (du moins à partir des rares informations dont nous disposons de ce point de vue dans CIS4).

TABLEAU 3
Les différentes populations

Firmes	Non concernées par l'innovation	Concernées par l'innovation (large)	Concernées par l'innovation (medium)	Concernées par l'innovation (strict)	Innovantes	Total
Nombre de firmes	6 708	12 506	11 547	10 334	7 954	19 214
% des firmes	34,91	65,09	60,10	53,78	41,40	100,00
Effectif moyen	146,18	346,16	363,39	391,29	475,21	276,34
CA/tête	238,41	244,61	245,55	243,41	265,61	242,44
Appartenance à un groupe	48,48	58,83	59,89	61,57	68,18	55,21
Marché						
local	45,62	26,24	24,34	21,87	15,53	33,01
national	25,43	23,44	23,37	23,27	22,78	24,13
européen	12,27	15,73	16,18	16,54	17,26	14,52
mondial	16,68	34,59	36,10	38,32	44,43	28,34
Taux de croissance moyen du CA / tête (2004/2002)	9,24	9,02	9,11	9,18	9,68	9,10

■ Résultats d'estimation

Comme indiqué précédemment, la définition de ces populations d'entreprises concernées par l'innovation vise à mettre en cohérence la modélisation, et notamment le rôle des obstacles à l'innovation, avec les données statistiques disponibles. Nous estimons donc, sur chacun des cinq groupes définis plus haut, un modèle visant à expliquer la propension des firmes à innover semblable à ceux communément rencontrés dans la littérature :

$$p(INNO=1) = f(Inputs, Caractéristiques, Obstacles) \quad (1)$$

Dans ce modèle, la propension à innover dépend :

- de la quantité utilisée d'inputs de l'innovation, comme, par exemple, les dépenses de R & D ;
- d'autres variables, caractéristiques de la firme (ainsi sa taille) ou de son environnement (par exemple son appartenance sectorielle ou sa localisation géographique) ;
- des obstacles qu'elle a rencontrés lors de ses tentatives d'innover.

Dans notre cas, les inputs sont limités aux seules dépenses de R & D effectivement engagées par la firme (R & D « interne »). Les caractéristiques de la firme ou de son environnement, supposées influencer sur sa propension à innover, sont sa taille (repérée à travers un jeu d'indicatrices de tranche de taille), son activité (incluse sous la forme d'un ensemble d'indicatrices sectorielles) et son appartenance éventuelle à un groupe. Enfin, la variable « obstacles » est définie⁴ comme la somme des « notes » attribuées par les entreprises aux différents obstacles, allant de 0 pour « sans objet » à 3 pour « importance élevée ».

La technique d'estimation tient compte de l'accumulation de dépenses nulles de R & D. Nous utilisons donc une technique d'estimation identique à celle de Griffith *et al.* (2006). De plus, les problèmes d'endogénéité qui concernent la variable « obstacles » sont corrigés, en introduisant le résidu issu de la régression de cette variable sur un ensemble de variables instrumentales selon la méthode proposée par Rivers et Vuong (1988).

⁴ Différentes définitions alternatives de cette variable ont été envisagées sans que cela modifie de manière notable les résultats des estimations.

TABLEAU 4
La propension à innover, résultats des estimations

Variable	Ensemble	Large	Medium	Strict	Innovantes
N	19 214	12 506	11 547	10 334	7 954
Constante	-3,493 ***	-2,945 ***	-2,626 ***	-1,342 ***	1,954 ***
R & D	0,363 ***	0,333 ***	0,347 ***	0,333 ***	-0,008 ns
Obstacles	0,289 ***	0,249 ***	0,021 ns	-0,475 ***	-0,113 ns
Groupe	0,186 ***	0,248 ***	0,196 ***	0,083 *	0,022 ns
Taille décile 2	0,329 ***	0,364 ***	0,380 ***	0,303 ***	0,071 ns
Taille décile 3	0,345 ***	0,432 ***	0,460 ***	0,342 ***	0,162 ns
Taille décile 4	0,450 ***	0,469 ***	0,496 ***	0,407 ***	0,154 ns
Taille décile 5	0,573 ***	0,646 ***	0,662 ***	0,532 ***	0,073 ns
Taille décile 6	0,738 ***	0,778 ***	0,803 ***	0,659 ***	0,020 ns
Taille décile 7	0,839 ***	0,928 ***	0,961 ***	0,732 ***	-0,008 ns
Taille décile 8	1,067 ***	1,118 ***	1,156 ***	0,862 ***	0,108 ns
Taille décile 9	1,200 ***	1,266 ***	1,279 ***	0,992 ***	0,265 ns
Taille décile 10	1,483 ***	1,616 ***	1,584 ***	1,156 ***	0,374 ns
-2 Log L	25 896,9	16 636,4	14 660,5	25 896,9	2 069,2
% conc.	74,7	74,3	74,2	77,2	58,4

Écarts types estimés entre parenthèses.

***, **, *: significatif au seuil de 1%, 5 %, 10 %.

ns : non significatif.

Les résultats obtenus vont très clairement dans le sens attendu. Dans le cas de la population totale (cas où toutes les firmes sont supposées être concernées par l'innovation), on obtient des résultats proches de ceux rencontrés dans la littérature : le coefficient de la variable « obstacles » est significativement positif, ce qui n'est guère conforme à l'intuition. D'un autre côté, si on se limite aux seules firmes qui s'autodéclarent avoir innové ou avoir essayé de le faire (*colonne 5, tableau 4, 7 954 entreprises*), on observe qu'aucune variable explicative n'est significative. Ceci est à l'évidence dû à la très faible variabilité de la variable dépendante, puisque 97,1 % de ces firmes déclarent avoir réussi à innover. La situation évolue peu à peu, lorsqu'on remplace la population totale par les seules firmes que nous considérons comme concernées par l'innovation. Plus on utilise une définition « stricte » des sous-populations concernées, plus la variable « obstacles » tend à jouer un rôle significativement négatif sur l'innovation. Tel est formellement le cas pour la population des firmes concernées par l'innovation, définie au sens strict, c'est-à-dire en manifestant un degré d'exigence élevé pour considérer qu'une firme peut être acceptée dans cette catégorie. Dans le même temps, les résultats relatifs aux autres variables sont conformes à ceux de la littérature et évoluent peu entre les différentes sous-populations. Les inputs jouent un rôle positif sur la propension à innover. La taille de la firme, tout comme l'appartenance à un groupe de sociétés, sont positivement reliées à cette propension.

■ Conclusion

Les modèles qui visent à expliquer la propension à innover des firmes conduisent à des résultats dont certains sont paradoxaux. Tel est le cas notamment des obstacles à l'innovation, dont le coefficient estimé est parfois positif : la présence d'obstacles sur le chemin de la firme qui souhaite innover augmenterait donc les chances de réussite de celle-ci... Cet article propose une explication de ce résultat : toutes les firmes ne sont pas concernées par l'innovation et seules celles qui essaient d'innover sont susceptibles de rencontrer effectivement des obstacles. L'enquête CIS propose non seulement une mesure de l'innovation et de ses variables explicatives (dont la variable « obstacles »), mais contient également des informations qui permettent de construire

une distinction entre les firmes concernées par l'innovation et celles qui ne le sont pas. Il est ainsi constitué plusieurs sous-populations de firmes concernées par l'innovation, définies de façon plus ou moins stricte. L'estimation d'une fonction d'innovation traditionnelle sur ces populations conduit à des résultats intéressants, notamment dans le cas de la définition la plus stricte. La variable « obstacles » joue effectivement un rôle négatif sur la propension à innover, tandis que les résultats usuels sont bien confirmés (rôle des inputs, et notamment de la R & D, effet positif de la taille et de l'appartenance à un groupe).

La conclusion de cette étude est donc double. Le rôle des obstacles à l'innovation y apparaît plus conforme à ce que l'on obtient en considérant l'ensemble des entreprises non innovantes comme un tout homogène. Ainsi, l'hypothèse d'hétérogénéité, selon laquelle le comportement, mais également l'intérêt des firmes vis-à-vis de l'innovation diffèrent selon les populations étudiées, ne semble pas infirmée. Il peut s'agir là d'un enseignement utile pour de futures études.

Bibliographie

Ceccagnoli, M., « Firm heterogeneity, Imitation, and the Incentives for cost reducing effort », *Journal of Industrial Economics*, 2005, 53(1), p. 83-100.

Cohen W., Klepper S., « The Anatomy of Industry R & D Intensity Distributions », *American Economic Review*, 1992, 82 (4), p. 773-799.

Geroski P. A., « Models of technology diffusion », *Research Policy*, 2000, 29 (4/5), p. 603-625.

Griffith R., Huergo E., Mairesse J., Peters B., « Innovation and Productivity Across Four European Countries », *Oxford Review of Economic Policy*, 2006, 22(4), p. 483-498.

Jovanovic, B., MacDonald G., « Competitive Diffusion », *Journal of Political Economy*, 1994, 102(1), p. 24-52.

Mohnen P., Palm F. C., Schim Van der Loeff S., Tiwari A., « Financial Constraints and other Obstacles : Are there a Threat to innovation Activity ? », *De Economist*, 2004, 156(2), p. 201-214.

Raymond W., Mohnen P., Palm F. C., Schim Van der Loeff S., « Persistence of Innovation in Dutch Manufacturing : Is it Spurious ? », *CESifo Working Paper Series*, 2006, 1681.

Rivers D., Vuong Q., « Limited Information Estimators and Exogeneity Tests for Simultaneous Probit Models », *Journal of Econometrics*, 1988, p. 347-366.

Savignac F., « Impact of Financial Constraints on Innovation : What can be learned from a direct measure ? », *Economics of Innovation and New Technology*, 2008, 17(6), p. 553-569.

Protection de la propriété intellectuelle : brevet ou secret ?

Serge Pajak ¹

Résumé

L'enquête CIS4 contient une section dédiée aux méthodes de protection de la propriété intellectuelle mises en oeuvre par les répondants. Nous comparons les pratiques effectives des firmes rapportées dans l'enquête CIS4 avec leurs intentions exprimées dans une enquête CIS antérieure, analysées par Arundel (2001). Nous montrons ainsi que l'usage du brevet relativement au secret est bien croissant avec la taille des firmes, mais que, contrairement aux intentions exprimées précédemment, les firmes de petite taille sont les seules à recourir plus au secret qu'au brevet. L'enquête ne permet pas de trancher la question de savoir si le secret est utilisé pour protéger les innovations mineures ou importantes. Cependant, en cohérence avec les prédictions d'Anton et Yao (2004), dans un tiers des secteurs innovants (7 sur 21) une innovation plus importante conduit à un ratio brevet/secret plus faible.

Mots-Clés : propriété intellectuelle, innovation, brevet, secret.

JEL Classification : D23, K13, O32, O34.

¹ Département des Sciences économiques et sociales, Télécom ParisTech, 46 rue Barrault, 75013 Paris.
Thèse sous la direction de Marc Bourreau et Patrick Waelbroeck. Version de décembre 2008.

■ Introduction

La protection de la propriété intellectuelle est un outil essentiel d'incitation à l'innovation qui améliore l'appropriation des gains de l'innovation. L'innovateur dispose de plusieurs méthodes pour protéger une innovation technique, notamment le brevet et le secret. Le secret est considéré comme un choix « tout ou rien » puisque si la firme parvient à maintenir le secret autour d'un nouveau procédé, elle peut le mettre en oeuvre en situation de monopole sans avoir à diffuser la connaissance associée comme le demanderait un brevet, mais si le secret est éventé, l'inventeur n'a aucun recours. Face à cet arbitrage, le brevet se présente comme une assurance contre l'imitation : en acceptant de limiter sa position de monopole à la durée de vie du brevet (en général 20 ans), de payer les frais de dépôt et de renouvellement du brevet, et de se conformer aux exigences de diffusion de connaissance permettant de reproduire son innovation, l'inventeur dispose d'un cadre juridique lui garantissant le monopole de l'exploitation commerciale de son invention.

Cette sécurité juridique est proposée aux inventeurs car d'un point de vue social, le dépôt de brevet est préférable au secret du fait de la diffusion des connaissances qu'il permet. Aussi, en échange du coût pour l'inventeur que représente la diffusion des connaissances, il est essentiel que le système de brevets propose d'autres avantages. La littérature a ainsi identifié l'effet de signal associé au terme *patent-pending* (Long, 2002) ou bien l'impact positif sur la valorisation boursière (Lemley, 2000). Nous nous focalisons sur la littérature qui s'est interrogée sur la réalité de la sécurité juridique offerte par les brevets.

La littérature standard a longtemps totalement négligé la question de la décision de breveter ou non : dans les modèles de « course au brevet », l'innovation conduit nécessairement à l'obtention d'un brevet, et réciproquement tout brevet correspond à une innovation. Les effets stratégiques de protection de la propriété intellectuelle sont absents de ces modèles et de plus la protection apportée par le brevet ne contient dans cette littérature aucune imperfection. Depuis Horstmann *et al.* (1985), le brevet est considéré comme une méthode imparfaite de protection, en raison des contournements possibles une fois celui-ci rendu public, ce qui conduit à une probabilité optimale de breveter.

La littérature récente a modélisé la sécurité purement juridique d'un brevet en considérant la probabilité que celui-ci, au cours de la procédure engagée pour le faire respecter, soit contesté et éventuellement invalidé par les tribunaux. Les dépenses de recherche et développement ont déjà été engagées et ont donné des résultats, les demandes de brevets ont été déposées et acceptées par l'office des brevets, le produit est commercialisé (et même imité par un concurrent), lorsque la validité du brevet sur lequel la firme s'appuie est mis en doute. La possibilité d'une telle invalidation à un stade aussi avancé de la vie du produit constitue un risque important pour les firmes. La réaction boursière à l'invalidation d'un brevet détenu par Eli Lilly sur le Prozac par un tribunal américain a été considérable : l'action a perdu 31 % en une journée. Le brevet est ainsi fondamentalement un droit probabiliste (Lemley, Shapiro, 2005) dont la validité n'est réellement connue qu'après avoir été confirmée par les tribunaux. Dans le cadre d'une imitation non coûteuse, l'article Little Patents, Big Secrets d'Anton et Yao (2004) prend en compte cette incertitude sur la validité du brevet et établit que la quantité d'information optimalement brevetée est alors décroissante avec la valeur de l'innovation.

■ Arbitrage brevet-secret : rappel théorique et prédictions

Anton et Yao (2004) modélisent la protection de la propriété intellectuelle par brevet en tenant compte de plusieurs sources de coûts et d'incertitude.

- (1) La diffusion d'information lors du dépôt de brevet. Une fois en possession d'un brevet, la firme doit vérifier que le brevet n'est pas enfreint par les concurrents, ce sont des coûts de monitoring. Si elle estime que son brevet n'est pas respecté, l'entreprise peut tout d'abord menacer son concurrent indélicat d'action en justice : la menace sera d'autant plus crédible que l'entreprise peut citer de nombreux brevets enfreints et dispose de ressources juridiques et financières conséquentes, ainsi que du temps nécessaire. Cette situation est donc défavorable à une petite entreprise possédant seulement quelques brevets indispensables à son activité, sans département juridique dédié et sur un marché en évolution rapide.

- (2) L'action en justice elle-même est entachée d'une forte incertitude, car l'entreprise attaquée a la possibilité de contester la validité du brevet qui lui est opposé. Loin d'être une simple formalité, cette étape de la procédure constitue un vrai test pour le brevet. La décision de l'office des brevets d'accorder ou non un brevet est en effet prise après un examen d'une dizaine d'heures, pour des brevets touchant à des domaines par définition très techniques et de pointe, et ceci dans un contexte de sous-dotation chronique des ressources de l'office. Pour ces raisons, le brevet est vu par la littérature économique comme un droit probabiliste (Lemley, Shapiro, 2005), c'est-à-dire le droit de demander un procès complet au cours duquel tous les éléments sont réexaminés plus longuement. Environ 50 % des brevets attaqués sont invalidés, l'incertitude sur l'issue de l'action en justice est donc réelle.

Par ailleurs, la diffusion d'information lors du dépôt du brevet, qui est la contrepartie de la protection accordée, facilite l'imitation de l'innovation. Dans le principe, un brevet doit divulguer toute l'information nécessaire pour reproduire parfaitement l'innovation, et seule la protection accordée, mise en oeuvre par une action en justice, empêche concrètement l'imitation. Or cette protection est, comme on vient de le voir, incertaine. Ainsi, les coûts de dépôt de brevet (enregistrement, monitoring et imitation facilitée du fait de la diffusion d'information) sont certains, tandis que les gains (possibilité d'action en justice contre un imitateur) sont par nature incertains. Il existe donc un arbitrage.

Anton et Yao (2004) établissent l'existence d'un équilibre avec brevet pour une petite innovation, avec brevet sur une partie seulement de l'innovation pour une innovation de moyenne importance, et sans brevet mais avec diffusion partielle d'information dans le cas d'innovation majeure². Il existe ainsi un équilibre où plus l'innovation est importante, moins la quantité d'information diffusée à son sujet est importante.

Indicateur permettant de vérifier les prédictions d'Anton et Yao (2004)

La prédiction issue de ce modèle est que dans le cas de droits de propriété intellectuelle probabilistes, la quantité d'information sur une innovation divulguée par une firme sera décroissante avec l'importance de cette innovation. La quantité d'information est définie par les auteurs comme le nombre de brevets, ou encore le nombre de revendications (les claims) comprises dans les brevets déposés. L'enquête CIS4 ne contient pas d'information sur le nombre de brevets déposés par chaque firme, et une base de données qui listerait de manière synthétique le nombre de claims associé aux brevets d'une firme n'existe pas à notre connaissance.

Supposons des firmes innovantes qui ne diffèrent que par une seule caractéristique, leur taille (en nombre de salariés) et l'importance de l'innovation issue de la R & D. L'importance d'une innovation est définie comme son impact sur le profit. Après avoir observé l'importance de

² Le modèle d'Anton et Yao leur permet de distinguer entre décision de breveter et diffusion volontaire d'information non brevetée. Cette dernière action est profitable car, dans le jeu de signal modélisé, l'innovateur a intérêt à convaincre ses concurrents de la qualité de son innovation.

l'innovation, la firme décide du mode de protection à utiliser. Les données sur les modes de protection sont des variables dichotomiques, leur moyenne correspond donc à la fréquence de l'usage du mode de protection au sein de l'échantillon. Au niveau individuel, elle s'interprète comme la probabilité qu'une firme de cet échantillon utilise ce mode de protection (propension à breveter ou propension au secret).

On peut utiliser les conclusions d'Anton et Yao sur la propension à breveter et les mettre en rapport avec l'usage du secret : lorsque le brevet est perçu comme un instrument offrant une protection parfaite, son usage est entièrement déterminé par la comparaison entre le revenu tiré de l'innovation et le coût (monétaire) du brevet. C'est-à-dire breveter si $\Pi^P - c > \Pi^{\text{Conc}}$, où Π^P est le profit tiré de l'innovation brevetée, Π^{Conc} le profit de l'innovation non-brevetée et faisant l'objet d'imitation et c le coût de dépôt du brevet, i.e. $\Pi^P - \Pi^{\text{Conc}} > c$.

Si l'innovation rapporte plus que les quelque 32 000 euros³ que coûte le dépôt du brevet l'innovateur dépose le brevet, si l'innovation rapporte moins alors il conserve le secret. Le coût c n'est pas, en toute rigueur, indépendant de Π^P , car les frais de représentation devant l'office des brevets augmentent avec la complexité technique du dossier déposé⁴. Cependant, le choix de breveter ou non reste soumis à un critère de décision à seuil : pour les innovations brevetables la décision de breveter est en totalité déterminée par l'importance de l'innovation, et l'usage du brevet est croissant avec l'importance de l'innovation. Concernant le secret, dans ce cadre son usage ne s'explique que parce que l'innovation n'est pas assez importante pour justifier le coût du brevet. Ainsi, dans une vision non-probabiliste des droits de propriété intellectuelle, le ratio des deux fréquences brevet/secret est nécessairement croissant avec l'importance de l'innovation, ce qui est intuitif.

■ Données

L'enquête Community Innovation Survey 4 de 2004 couvre 6 734 entreprises opérant sur le territoire français, dont 1 643 se déclarent innovantes en produit et 1 624 innovantes en procédé. Les firmes innovantes ont un effectif médian de 88 salariés à la fin 2004. On compte 450 firmes innovantes de moins de 30 salariés, 1 140 firmes dont l'effectif est compris entre 30 et 250 salariés et 706 firmes de plus de 250 salariés. Parmi les firmes innovantes en produit, sur la période 2002-2004, 542 ont développé au moins une innovation nouvelle pour l'entreprise seulement, 511 au moins une innovation nouvelle pour le marché et 589 au moins une innovation nouvelle à la fois pour le marché et pour la firme.

L'enquête CIS4 demande aux entreprises sondées quelles méthodes de protection de la propriété intellectuelle ont été utilisées parmi les sept proposées. La question posée est « Avez-vous, entre 2002 et 2004, utilisé le moyen suivant de protection de la propriété intellectuelle ? », et la réponse pour chacune des méthodes de protection est notée par une variable binaire. On ne connaît pas le nombre de fois où la firme a eu recours à une méthode, ni le nombre d'innovations concernées par une méthode. L'information obtenue est si oui ou non la firme a utilisé la méthode de protection.

³ Estimation menée par Roland Berger Market Research pour le compte de l'Office européen des brevets, concernant le dépôt d'un brevet euro-direct http://www.european-patent-office.org/epo/new/cost_analysis_2005_study_en.pdf

⁴ C'est d'ailleurs en raison de cette tarification au cas par cas que le coût moyen de dépôt d'un brevet est difficile à estimer, et notamment que le «prix catalogue» de l'Office des brevets ne suffit pas.

Mesure de l'importance de l'innovation par nouveauté du produit

L'enquête CIS4 fournit deux mesures de l'importance des innovations de produits : les variables binaires « Au moins un des produits introduits entre 2002 et 2004 était-il nouveau pour le marché ? » et « ... nouveau pour la firme ». Ces variables correspondent respectivement à une innovation importante et à une innovation incrémentale proche de l'imitation.

La mesure de l'importance de l'innovation utilisée n'est pas parfaite. En effet, les deux variables précédentes sont relevées au niveau de la firme et pas au niveau de l'innovation. Le comportement de protection est lui également mesuré au niveau de la firme. De sorte que pour les firmes multiproduits et utilisant plusieurs méthodes de protection, il n'est pas possible de relier précisément l'importance de l'innovation à la protection. Comment savoir en effet si l'innovation ayant justifié que la firme se déclare innovante est celle qui a été protégée par brevet ou par secret ?

Ce problème de correspondance n'existe pas dans la situation idéale de firme mono-produit. Pour cette raison, on distingue le comportement de protection de l'innovation par classe de taille, et on accordera une importance particulière aux petites firmes de moins de 30 salariés, dont on peut supposer que leur activité est focalisée sur un nombre limité de produits. Néanmoins, les firmes de moins de 10 ou 20 salariés sont peu nombreuses : le premier décile de l'ensemble des firmes se situant à 15 salariés et le nombre médian de salariés étant de 50, se restreindre aux petites firmes limite considérablement la taille de l'échantillon, notamment si l'on distingue aussi par secteur au niveau NES 114. En considérant seulement les firmes innovantes de 30 salariés et moins, on retient 297 entreprises, soit 4,4 % de l'échantillon initial.

Mesure de l'importance de l'innovation par la proportion du chiffre d'affaires innovant

Sur la base du critère de nouveauté du produit introduit précédemment, l'enquête CIS4 demande aux entreprises sondées d'indiquer la répartition de leur chiffre d'affaires de l'année 2004 entre innovation de marché et innovation pour la firme seulement. La proportion médiane de chiffre d'affaires innovant se situe au seuil de 5 %, et le dernier quartile à 10 %.

Mesure de l'importance de l'innovation par ses effets déclarés

L'enquête CIS4 demande également aux répondants innovants de rapporter les effets de l'innovation selon neuf catégories (cadre 7) comme accroître les parts de marché, améliorer la qualité, baisser les coûts unitaires, ou encore réduire les consommations lors de la fabrication, avec pour chaque catégorie une réponse selon trois modalités de l'effet (peu élevé, moyen, élevé). En formant la somme des réponses, on obtient un indicateur, de 1 à 24, des effets de l'innovation sur les produits de l'entreprise.

■ Résultats

Classement des méthodes de protection

Les méthodes de protection de la propriété intellectuelle utilisées par les entreprises innovantes sont, dans l'ordre d'importance, le dépôt de marque, 43 % pour l'ensemble des firmes innovantes, l'avance technologique 35,1 %, le dépôt de brevet 29,8 %, le secret 27,3 %, la complexité technologique 24,4 %, le dépôt des dessins et graphiques 22,7 % et le copyright 11,7 %. Ces chiffres sont obtenus pour les firmes déclarant être innovantes en produit ou en procédé, soit 2 270 observations.

Les innovations de produit sont classées en deux types : innovation nouvelle pour la firme ou bien nouvelle pour le marché. Une innovation nouvelle pour la firme mais pas pour le marché, ou encore innovation incrémentale, est constituée d'un produit déjà existant que l'entreprise développe de son côté, *a priori* sans enfreindre les brevets existants. Ce produit peut être suffisamment distinct des produits déjà présents sur le marché pour être breveté, mais un produit remplissant les mêmes fonctions existait déjà. Un produit nouveau pour le marché est une innovation qui ne se base pas sur des produits déjà proposés sur le marché, on considère que l'innovation est alors plus importante. Lorsqu'on retient les 1 643 firmes innovantes en produit, déclarant soit une innovation incrémentale, soit une innovation nouvelle pour le marché, cela conduit à des niveaux de protection plus élevés tout en conservant le classement des méthodes de protection choisies : dépôt de marque 49,7 %, avance technologique 41,1 %, brevet 35,5 %, secret 31,8 %, complexité 28,8 %, dessins et graphiques 26,2 % et copyright 13 %.

Usage relatif du brevet et du secret

Nous cherchons à comparer la fréquence de l'usage du brevet et la fréquence du secret dans des échantillons de firmes de classe de taille similaires. Pour comparer les deux fréquences, on forme le ratio des fréquences d'usage de ces deux méthodes, brevet/secret. Afin d'assurer que ce ratio soit toujours compris entre 0 et 1, on rapporte la fréquence du choix du brevet à la somme brevet+secret, ce qui conduit à utiliser : $\text{brevet}/(\text{brevet}+\text{secret})$.

Le tableau suivant présente ce ratio pour trois classes de taille : moins de 30 salariés (petites entreprises), entre 31 et 250 salariés (moyennes entreprises) et plus de 250 salariés (grandes entreprises), et nature de l'innovation (produit ou procédé).

TABLEAU 1
Ratio de la fréquence du brevet sur la fréquence du secret pour les innovations de produit et de procédé

Taille	Entreprises innovantes en	
	procédé	produit
Ensemble	0,51	0,51
Petites firmes	0,48	0,54
Firmes moyennes	0,50	0,49
Grandes firmes	0,54	0,54

Dans le cas des innovations de procédé, l'usage du brevet relativement au secret est croissant avec la taille de la firme, ce qui est conforme aux préférences exprimées dans l'enquête CIS1 analysée dans Arundel (2001). L'usage du secret proportionnellement plus important dans les PME que dans les grandes entreprises s'explique par les différentes barrières au dépôt de brevet comme les coûts d'entretien, et la nécessité de faire appel aux services de juristes spécialisés. En revanche, le ratio est inférieur à 0,5 pour les entreprises de moins de 30 salariés, alors que lors de l'enquêtes CIS 1992, elles expriment une préférence relative pour le secret quelle que soit la classe de taille (et cette préférence est décroissante avec la taille).

Le tableau 2 ci-après retrace la fréquence du brevet et du secret ainsi que le ratio entre les deux fréquences, dans 9 secteurs.

Ce tableau fait apparaître l'usage du secret répandu, mais moins que le brevet dans les secteurs technologiques comme l'automobile, ce qui correspond à la vision traditionnelle du brevet comme moyen privilégié d'appropriation des gains à l'innovation. Néanmoins, la dernière colonne confirme l'existence de secteurs fortement innovants, comme l'industrie de la chimie, où l'usage du secret est plus fréquent que le dépôt de brevet.

TABLEAU 2**Fréquence de l'usage du brevet et du secret et leur ratio, par secteur d'activité**

Secteur	Brevet (fréquence)	Secret (fréquence)	Usage relatif du brevet
Textile	0,17	0,14	0,55
Travail du bois	0,23	0,09	0,70
Industrie du papier	0,30	0,34	0,47
Industrie chimique	0,37	0,40	0,49
Industrie plastique	0,39	0,30	0,55
Métallurgie	0,37	0,31	0,54
Automobile	0,30	0,17	0,63
Fabrique de meubles	0,17	0,14	0,55
Poste et télécoms	0,13	0,09	0,60

TABLEAU 3**Le ratio brevet/secret, par taille de l'innovation**

	Critère de mesure de l'importance de l'innovation		
	nouveauté (1)	chiffre d'affaires innovant (2)	effets déclarés (3)
Ensemble			
très innovantes	0,53	0,52	0,53
peu innovantes	0,51	0,54	0,52
Petites firmes			
très innovantes	0,53	0,42	0,61
peu innovantes	0,54	0,55	0,47
Firmes moyennes			
très innovantes	0,5	0,47	0,5
peu innovantes	0,49	0,48	0,51
Grandes firmes			
très innovantes	0,56	0,52	0,53
peu innovantes	0,51	0,56	0,55

Lecture : Les petites firmes considérées comme très innovantes selon le critère de part du chiffre d'affaires innovant ont un ratio brevet/(secret+brevet) de 0,42, et ce ratio est de 0,55 pour les firmes de même taille moins innovantes.

(1) Les entreprises très innovantes sont celles qui introduisent des produits nouveaux pour le marché.

(2) Les entreprises très innovantes sont celles dont la part du chiffre d'affaires innovant dépasse le seuil de 20 %.

(3) Les entreprises très innovantes sont celles déclarant le plus d'effets et dont le score cumulé dépasse un certain seuil.

TABLEAU 4**Présence de l'effet Anton et Yao, selon le critère de mesure de la taille de l'innovation**

	Nouveauté	Chiffre d'affaires innovant (seuil 20 %)	Effets déclarés (innovations de procédé)	Effets déclarés
Ensemble	Non	indéfini	Non	Non
Petites firmes	Oui	Oui	Non	Oui
Firmes moyennes	Non	Non	indéfini	Non
Grandes firmes	Non	Oui	indéfini	Non

TABLEAU 5**Nombre de secteurs présentant chaque comportement du ratio brevet/secret**

	Nouveauté	Chiffre d'affaires innovant
Ratio brevet/secret décroissant avec l'importance de l'innovation	7	7
Ratio brevet/secret croissant avec l'importance de l'innovation	14	12

Note : Le total des secteurs ne s'élève pas toujours à 21 en raison des secteurs où la différence des ratios n'est pas significative.

Considérons maintenant l'évolution du ratio selon l'importance de l'innovation. L'importance de l'innovation est ici mesurée selon trois méthodes décrites ci-dessus : le critère de nouveauté, la part du chiffre d'affaires innovant (une firme est considérée comme très innovante dès lors que plus de 20 % de son chiffre d'affaires est constitué de la vente de produit innovant) et les effets déclarés par la firme (*tableau 3 ci-contre*).

Le ratio de la fréquence de l'usage du brevet sur la fréquence de l'usage du brevet et du secret au sein de l'échantillon est parfois inférieur à 0,5, ce qui indique que le secret est dans ces cas plus fréquent que le dépôt de brevet au sein de l'échantillon considéré. Surtout, on constate que le ratio peut diminuer lorsque l'importance de l'innovation passe de « peu innovante » à « très innovante ». Comme nous l'avons vu dans l'introduction, ce comportement ne peut pas se produire dans un cadre où la décision de breveter ou non une innovation est prise en comparant le gain apporté par le brevet, qui est par définition croissant avec l'importance de l'innovation, avec le coût de dépôt de brevet, qui est constant. Cette évolution est en revanche compatible avec les théories indiquant que les firmes ont une vision probabiliste du brevet, qu'elles intègrent la possibilité que le brevet ne soit au final pas opposable et sont ainsi réticentes à déposer un brevet pour les innovations les plus importantes.

Le tableau 4 ci-contre dit si l'on est en présence d'un effet Anton et Yao, selon la taille de la firme et le critère utilisé pour mesurer l'importance de l'innovation.

Les petites firmes laissent presque toujours apparaître un effet Anton et Yao, tant pour les innovations de produit avec critère de nouveauté (produit nouveau pour le marché ou nouveau seulement pour la firme) que pour les innovations de procédé avec effets déclarés. Les firmes de moyenne et grande tailles ont, pour leur part, un comportement plus intuitif et ont d'autant plus recours au brevet que l'innovation qu'elles déclarent est majeure. Rappelons que dans le questionnaire CIS4, les questions sont posées au niveau de la firme, ce qui fait que la correspondance entre degré d'innovation et méthode de protection de la propriété intellectuelle est moins forte pour les firmes multiproduits.

On procède également à une analyse par secteur au niveau des divisions NAF (60 divisions). Pour pouvoir effectuer des statistiques sur les firmes innovantes, on ne retient que les divisions contenant un nombre suffisant de firmes innovantes en produit. En écartant les divisions contenant moins de 20 firmes innovantes en produit, 21 divisions sont conservées.

Le tableau 5 ci-contre présente le nombre de divisions où le ratio brevet/secret est croissant avec l'importance de l'innovation (effet standard) et le nombre de secteurs où on constate un effet Anton et Yao, selon le critère de l'importance de l'innovation.

Les secteurs présentant un effet Anton et Yao avec critère de nouveauté sont : 15 Industries alimentaires, 24 Industrie chimique, 28 Travail des métaux, 29 Fabrication de machines et d'équipements, 33 Fabrication d'instruments médicaux, de précision, d'optique et d'horlogerie, 52 Commerce de détail et réparation d'articles domestiques, 60 Transports terrestres.

Les secteurs présentant un effet Anton et Yao en prenant comme critère un chiffre d'affaires innovant supérieur à 10 % sont : 28 Travail des métaux, 31 Fabrication de machines et appareils électriques, 32 Fabrication d'équipements de radio, télévision et communication, 33 Fabrication d'instruments médicaux, de précision, d'optique et d'horlogerie, 36 Fabrication de meubles ; industries diverses, 65 Intermédiation financière, 73 Recherche et développement.

■ Conclusion

Cet article a confronté les préférences des entreprises entre le secret et le brevet, exprimées dans l'enquête CIS1, à leurs pratiques effectives, telles qu'on les observe dans l'enquête CIS4. Les points relevés par Arundel (2001) sont confirmés en partie : l'usage du brevet, relativement au secret, est bien croissant avec la taille des firmes. En revanche, les données CIS4 ne confirment pas que la préférence relative pour le secret est vraie pour toute les classes de taille ; en effet, seules les petites entreprises favorisent le secret.

De plus, la préférence relative pour le brevet est, dans 7 secteurs innovants sur 21, décroissante avec l'importance de l'innovation. Dans cette situation, un échantillon de firmes disposant d'une innovation importante a moins recours au brevet, relativement au secret, qu'un échantillon constitué de firmes de la même classe de taille déclarant une innovation moins importante. Ceci n'est pas compatible avec une décision de breveter « à seuil », qui compare statiquement le gain dû à l'innovation et le coût de dépôt du brevet.

L'existence d'un comportement du type de celui mis en évidence nous semble constituer une confirmation empirique de la principale prédiction du modèle d'Anton et Yao. Dans la vision traditionnelle de l'analyse économique, le brevet est la méthode qui garantit une protection, en contrepartie d'une diffusion d'information, par opposition au secret qui est un pari risqué puisque la protection n'est acquise que tant que le secret n'est pas brisé. Au contraire, à la suite d'Anton et Yao, on constate que les firmes sont conscientes de la forte incertitude juridique qui entoure la protection par brevet et prennent en compte cette incertitude dans leurs décisions de breveter ou de conserver le secret.

Le fait que le secret soit une décision de protection qui apparaît comme en fait moins risquée que le brevet, et puisse lui être préféré pour les innovations les plus importantes, pose un problème en termes de bien-être social. En effet, le brevet a pour but d'assurer la diffusion des connaissances, ce que le secret par définition ne fait pas. Or c'est précisément pour les innovations les plus importantes que la diffusion des connaissances est socialement la plus bénéfique. Le fait que les firmes tendent à préférer le secret pour protéger des innovations majeures pour des raisons d'incertitude concernant le brevet est suspecté depuis longtemps, et a donné lieu de nombreuses propositions de réforme du système de brevet. Il s'agit principalement de proposer au déposant une vérification plus poussée *ex ante* de la validité de son brevet, donnant lieu à un « super brevet » disposant d'une meilleure présomption de validité devant les tribunaux. (Encaoua *et al.*, 2006 ; Lemley *et al.*, 2005).

Innovation et R & D dans les industries culturelles françaises

Catherine Silavong¹

Patrick Waelbroeck²

Résumé

Cet article se propose de caractériser le comportement des entreprises des industries culturelles en matière de R & D et d'innovation, sur la base des données issues de la quatrième enquête communautaire sur l'innovation (CIS4). L'étude révèle les spécificités de ces entreprises : davantage tournées vers l'international, elles innovent plus que l'entreprise moyenne, en privilégiant acquisitions et marketing aux dépenses propres de R & D. Elles bénéficient aussi de subventions de l'État plus importantes que l'entreprise moyenne de l'échantillon. L'étude montre par ailleurs que l'intervention publique directe, *via* le crédit d'impôt plutôt que les subventions, pourrait augmenter le taux d'innovation dans les industries culturelles.

¹ Université Paris-1.

² Département des Sciences économiques et sociales, Télécom ParisTech, 46 rue Barrault, 75013 Paris.

Auteur correspondant : patrick.waelbroeck@telecom-paristech.fr

Nous remercions Serge Pajak pour l'aide qu'il nous a apportée concernant les données.

■ Introduction

Il n'est pas rare de lire dans la presse que les industries culturelles sont hautement innovantes et qu'une protection juridique et technologique est nécessaire pour maintenir ce niveau élevé d'innovation. Le degré exact d'innovation de ces industries reste flou. Cet article a pour objet de fournir des éléments d'information directs sur le comportement des entreprises des industries culturelles en matière de R & D et d'innovation, sur la base des données recueillies dans le cadre de la quatrième enquête communautaire sur l'innovation (CIS4).

À notre connaissance, il n'existe aucune étude décrivant le processus d'innovation dans les industries culturelles. Il ressort du rapport de Siwek (2002) que les industries principales du droit d'auteur représentaient aux États-Unis 5,24 % du PIB et que ce secteur affichait une croissance supérieure à celle du reste de l'économie. Au Canada, Boyer (2004) cite une étude révélant que le PIB des industries du droit d'auteur représentait 7,4 % du PIB total en 2000, et l'emploi industriel dans ce secteur 5,7 % de l'emploi total. Toutefois, les industries culturelles ne constituent qu'un sous-ensemble des industries du droit d'auteur. En France, une étude menée par Cléron et Patureau (2007) pour le ministère de la Culture a révélé que les industries culturelles employaient 241 000 personnes en 2005, soit 1 % de la population active totale.

Nous avons constaté que les entreprises des industries culturelles représentent 3 % du chiffre d'affaires total et 2,65 % de l'emploi total dans l'industrie française. En outre, ces entreprises sont plus tournées vers l'international, plus innovantes et bénéficient de subventions de l'État plus importantes que l'entreprise moyenne de l'échantillon. Si elles recourent à la formation, au marketing et à l'acquisition d'équipements au cours du processus d'innovation, les entreprises innovantes des industries culturelles utilisent, dans une moindre mesure, la R & D réalisée en interne ou à l'extérieur. Notre étude n'apporte que peu d'éléments tendant à prouver l'effet positif des subventions de l'État sur le chiffre d'affaires généré par les produits nouveaux pour les entreprises de ce secteur.

■ Industries culturelles

L'enquête CIS4 fournit un échantillon représentatif de 6 730 entreprises exerçant leur activité en France et décrit leur comportement en matière d'innovation au cours de la période 2002-2004.

Afin d'évaluer l'importance des industries culturelles dans l'activité économique française, nous nous sommes appuyés sur la liste des industries culturelles établie par Cléron et Patureau (2007). Le tableau 1 présente les industries culturelles et les codes correspondants.

TABLEAU 1
Industries culturelles

Code NACE	Type d'industrie
22.11	Édition de livres
22.12	Édition de journaux
22.13	Édition de revues et de périodiques
22.14	Édition d'enregistrements sonores
52.47	Commerce de détail de livres et de journaux
74.2	Activités d'architecture
92.11	Production de films ; prestations pour le cinéma et la télévision
92.12	Distribution de films
92.13	Projection de films cinématographiques
92.2	Activités de radio et de télévision

Cette liste n'inclut pas les producteurs de jeux vidéo tels qu'Infogrames qui relèvent du secteur de l'édition de logiciels (code NACE 72.21). Toutefois, compte tenu du faible nombre de producteurs de jeux vidéo dans ce secteur, nous avons décidé de nous en tenir à la liste initiale. Le tableau 2 fait apparaître la part des entreprises de l'échantillon qui font partie des industries culturelles : 281 entreprises relèvent de ce secteur, soit 4,2 % des entreprises de l'échantillon. Aucune entreprise n'exerce son activité dans les secteurs intitulés « spectacles vivants » (code NACE 92.3) et « conservation du patrimoine » (code NACE 92.5) qui figuraient sur la liste établie par Cléron et Patureau (2007). Le fait que de nombreuses entreprises de ces industries ne produisent pas de contenu culturel mais fabriquent des produits pour des producteurs de contenu contribue également à compliquer l'analyse. Cela étant, l'enquête demande aux entreprises d'indiquer si elles protègent leur propriété intellectuelle au moyen de droits d'auteur, de brevets, du secret, de marques, par l'avance sur les concurrents, etc. Seules 64 entreprises ont eu recours à la protection du droit d'auteur entre 2002 et 2004, ce qui signifie qu'une part importante d'entreprises des industries culturelles ne produit pas de contenu purement culturel, en particulier dans le secteur des activités d'architecture³. Nous communiquons néanmoins dans cet article des résultats concernant les entreprises des industries culturelles et le sous-ensemble des entreprises qui recourent à la protection du droit d'auteur.

TABLEAU 2
Nombre d'entreprises dans le secteur des industries culturelles

Industrie Code NACE	Ensemble des entreprises des industries culturelles		Protection du droit d'auteur	
	Nombre d'entreprises	%	Nombre d'entreprises	%
22.11	12	4,3	8	12,5
22.12	13	4,6	<5	S
22.13	30	10,7	12	8,8
22.14	<5	S	<5	S
52.47	16	5,7	<5	S
74.2	142	50,5	7	10,9
92.11	37	13,2	17	26,6
92.12	<5	S	<5	S
92.13	6	2,1	<5	S
92.2	18	6,4	10	15,6
Total	281	100 %	64	100 %

Note de lecture : S = secret statistique.

Il est intéressant d'observer que les entreprises du secteur des activités d'architecture recourent relativement moins à la protection du droit d'auteur que d'autres entreprises des industries culturelles, tandis que les entreprises exerçant des activités cinématographiques, de radio et de télévision y recourent davantage. Ce résultat montre qu'une part plus importante d'entreprises relevant de ces secteurs produisent des contenus culturels nouveaux.

Le tableau 3 présente les chiffres d'affaires générés par les entreprises des industries culturelles en 2004. Les entreprises qui ont eu recours à la protection du droit d'auteur ont réalisé un chiffre d'affaires de 6,3 milliards d'euros en 2004, soit 1,54 % du chiffre d'affaires total de l'ensemble de données. Les entreprises des industries culturelles dans leur ensemble ont généré un chiffre d'affaires de 12 milliards d'euros, soit 3 % du chiffre d'affaires total. Le principal secteur culturel est à cet égard l'industrie de la radio et de la télévision qui représente plus de 75 % du chiffre d'affaires réalisé par des entreprises recourant à la protection du droit d'auteur.

³ Cléron et Patureau (2007) ne peuvent faire cette distinction et prennent en considération l'ensemble des entreprises des industries culturelles.

TABLEAU 3
Chiffre d'affaires (en milliers d'euros et en %)

Industrie Code NACE	Ensemble des entreprises des industries culturelles		Protection du droit d'auteur	
22.11	230 322	1,9	195 219	3,1
22.12	1 276 592	10,5	S	S
22.13	1 662 763	13,7	226 508	3,6
22.14	S	S	S	S
52.47	146 815	1,2	S	S
74.2	1 782 292	14,7	84 443	1,3
92.11	550 101	4,5	390 725	6,2
92.12	S	S	S	S
92.13	32 757	0,3	S	S
92.2	6 301 546	51,9	4 861 253	76,9
Total	12 145 035	100 %	6 322 700	100 %

Note de lecture : S = secret statistique.

Le tableau 4 indique le nombre d'employés dans chaque secteur industriel. Les entreprises des industries culturelles représentaient 41 761 employés sur 1 574 997 au total, soit 2,65 % de l'emploi total dans l'industrie française en 2004. Nous attirons votre attention sur le fait que nos comparaisons sont établies par rapport à l'emploi total dans l'industrie et non à la population active totale comme dans l'étude de Cléron et Patureau (2007).

TABLEAU 4
Emploi dans les industries culturelles (en milliers et en %)

Industrie Code NACE	Ensemble des entreprises des industries culturelles		Protection du droit d'auteur	
22.11	817	2	630	6,4
22.12	6 458	15,5	S	S
22.13	4 603	11	862	8,7
22.14	S	S	S	S
52.47	1 573	3,8	S	S
74.2	13 873	33,2	682	6,9
92.11	1 633	3,9	739	7,4
92.12	S	S	S	S
92.13	252	0,6	S	S
92.2	12 445	29,8	5 715	57,6
Total	41 761	100 %	9 921	100 %

Note de lecture : S = secret statistique.

Le tableau 5 présente la localisation géographique des marchés sur lesquels les entreprises exercent leur activité. Les entreprises des industries culturelles (et en particulier celles qui recourent à la protection du droit d'auteur) sont davantage tournées vers l'international que l'entreprise moyenne de notre ensemble de données.

TABLEAU 5
Localisation géographique des marchés (nombre d'entreprises ; % de l'échantillon)

	Ensemble des entreprises des industries culturelles		Protection du droit d'auteur		Ensemble des entreprises	
Local/régional	215	76,5	39	60,9	5 476	81,4
National	222	79,0	58	90,6	4 280	63,6
Européen	129	45,9	44	68,8	2 670	39,7
Autre	96	34,2	33	51,6	1 841	27,4
Total	281	100 %	64	100 %	6 730	100 %

■ Innovation et R & D dans les industries culturelles

Si l'on analyse le pourcentage d'entreprises innovantes, on constate en effet que les entreprises des industries culturelles sont plus innovantes que l'entreprise moyenne (*tableau 6*). Parmi ces entreprises, 65 % de celles qui recourent à la protection du droit d'auteur innovent, contre 56 % sur l'ensemble de l'échantillon.

TABLEAU 6
Innovations et protection du droit d'auteur

	Nombre d'entreprises innovantes	Innovantes (en % des entreprises concernées)
Ensemble des entreprises	3 752	55,75
Ensemble des entreprises des industries culturelles	168	59,79
Protection du droit d'auteur	42	65,63

L'enquête CIS recueille des données sur un grand nombre d'activités d'innovation (*tableau 7.A*). Les entreprises peuvent réaliser des activités de R & D en interne ou externe (par exemple, licences concédées par des universités), procéder à l'acquisition d'équipements et de connaissances dans le cadre du processus d'innovation, mettre en place des activités de formation et de marketing. Sur l'ensemble de l'échantillon, deux activités se détachent nettement pour les entreprises qui recourent à la protection du droit d'auteur : la formation et le marketing. Il est largement démontré que les coûts de marketing et de promotion représentent une large part du budget nécessaire au lancement de nouveaux produits culturels. L'importance de la formation a constitué une véritable surprise. Le tableau 7.B décrit les principales dépenses de R & D des entreprises innovantes. Si l'on considère l'ensemble de l'échantillon, les entreprises des industries culturelles réalisent moins d'activités de R & D et acquièrent davantage d'équipements, de logiciels et de machines au cours de leur processus d'innovation que d'autres entreprises innovantes.

TABLEAU 7.A
Activités d'innovation (% d'entreprises de l'échantillon)

	Entreprises des industries culturelles (281)	Protection du droit d'auteur (64)	Ensemble des entreprises (6 730)
R & D en interne	28,8 ⁽¹⁾	31,3	28,0
R & D à l'extérieur	12,1	14,1	11,6
Acquisition d'équipements	23,5	31,3	23,4
Acquisition de connaissances	9,6	14,1	10,0
Formation	28,5	42,2	24,2
Marketing	16,7	26,6	15,4

Note de lecture :

⁽¹⁾ 28,8 % des entreprises des industries culturelles ont une activité de R & D en interne.

TABLEAU 7.B
Dépenses dans les activités d'innovation (en milliers d'euros)

	Industries culturelles (168)		Protection du droit d'auteur (42)		Ensemble des entreprises (3 752)	
	Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type
R & D en interne	101	404	145	619	1 459	25 420
R & D à l'extérieur	30	236	5	17	928	32 668
Acquisition d'équipements	6 026	77 147	23 935	154 285	597	17 151
Autre	1	5	1	8	25	338
Total	6 158		24 086		3 009	

Le tableau 8 décrit les différents types d'innovations et le chiffre d'affaires total des entreprises pour chaque catégorie d'innovation. Les entreprises peuvent innover sur le plan des produits, des procédés, de l'organisation et du marketing. Les produits nouveaux peuvent l'être pour le marché (parfois désignés dans les publications sous le terme d'innovations de rupture) ou seulement pour l'entreprise (innovations incrémentales ou imitations). Les entreprises des industries culturelles dépendent fortement des innovations en marketing pour accroître leur part de marché.

TABLEAU 8
Types d'innovations (% d'entreprises innovantes ; chiffre d'affaires en milliers d'euros)

Type d'innovation	Industries culturelles (168)		Protection du droit d'auteur (42)		Ensemble des entreprises (3 752)	
	%	Chiffre d'affaires	%	Chiffre d'affaires	%	Chiffre d'affaires
Produit	38,1	2 132 798	45,8	3 215 859	43,8	256 012 082
Nouveau pour le marché	14,3	1 682 748	10,7	1 985 659	13,6	42 477 533
Nouveau pour l'entreprise	11,9	297 148	18,5	726 249	14,4	28 908 730
Nouveau pour le marché et l'entreprise	11,9	152 902	16,7	503 950	15,7	184 625 473
Procédé	66,7	5 180 955	57,1	7 638 967	55,4	270 765 820
Organisation	64,3	5 112 582	63,7	6 430 168	70,2	277 550 717
Marketing	73,8	3 694 927	48,8	6 074 225	42,8	206 757 204
Total	100	5 356 168	100	8 956 290	100	339 888 467

En outre, la part du chiffre d'affaires dégagée par les nouveaux produits dans les entreprises qui recourent à la protection du droit d'auteur est plus élevée que dans les autres entreprises de l'échantillon (tableau 9).

TABLEAU 9
Part du chiffre d'affaires générée par les produits innovants (en %)

	Industries culturelles	Protection du droit d'auteur	Ensemble des entreprises
Produit nouveau pour le marché	9,3	14,6	11,0
Produit nouveau pour l'entreprise	7,7	9,4	10,0
Produits inchangés	83,1	75,9	79,0

Les entreprises des industries culturelles bénéficient de subventions, destinées à soutenir l'innovation, plus importantes que d'autres entreprises innovantes de notre échantillon (tableau 10), ce qui se vérifie tout particulièrement pour les entreprises qui recourent à la protection du droit d'auteur. Ce résultat n'est pas surprenant puisque la question du bien public intéresse davantage les industries culturelles que d'autres secteurs, ce qui justifie l'intervention de l'État.

TABLEAU 10
Subventions (en % d'entreprises innovantes)

	Industries culturelles	Protection du droit d'auteur	Ensemble des entreprises
Subventions d'origine locale	7,1	11,9	5,2
Subventions d'origine nationale	17,9	21,4	10,6
Subventions d'origine européenne	5,4	9,5	4,2
Crédit d'impôt (y compris CIR*)	9,5	11,9	10,8

*CIR : Crédit Impôt Recherche.

Nous avons analysé l'incidence des différentes subventions sur la part du chiffre d'affaires dégagée par les nouveaux produits. Étant donné que de nombreuses observations sont censurées à gauche (de nombreuses entreprises ne réalisent pas de ventes grâce aux produits nouveaux), nous avons utilisé des régressions Tobit sur l'échantillon des entreprises des industries culturelles.

Nous nous sommes appuyés sur le logarithme de l'emploi et les sources d'information utilisés au cours du processus d'innovation, ainsi que sur des variables indicatrices relatives à chaque industrie (la catégorie de base étant le secteur des activités d'architecture) afin de tenir compte des caractéristiques non observables des entreprises⁴. Le tableau 11 présente les estimations du pourcentage de ventes réalisées grâce aux produits nouveaux (nouveaux pour l'entreprise et nouveaux pour le marché ; colonnes 2-3) et aux produits nouveaux uniquement pour le marché (colonnes 5-6). Peu d'éléments tendent à prouver un effet positif des subventions directes sur les ventes générées par les produits nouveaux. Seules les subventions d'origine locale augmentent de manière significative le pourcentage des ventes réalisées grâce aux produits nouveaux pour le marché. Toutefois, l'intervention publique *via* le crédit d'impôt semble avoir un effet positif et significatif sur les ventes liées aux produits nouveaux.

TABLEAU 11
Résultats de l'estimation du modèle Tobit

	Produits nouveaux		Produits nouveaux pour le marché			
	Coefficient	Erreur standard	Coefficient	Erreur standard		
Logarithme (de l'emploi)	-0,034	0,018	-0,028	0,022		
Édition de livres, de journaux et d'enregistrements sonores	-0,040	0,068	-0,023	0,084		
Commerce de détail de livres et de journaux	0,076	0,125	0,037	0,181		
Activités cinématographiques, vidéo, de télévision et de radio	-0,161	0,061	**	-0,197	0,081	*
Subventions :						
d'origine locale	0,092	0,089	0,205	0,102	*	
de l'état	0,003	0,071	-0,015	0,088		
d'origine européenne	0,012	0,101	-0,063	0,117		
CIR	0,145	0,070	*	0,159	0,078	*
Informations :						
sources internes	0,150	0,027	**	0,171	0,040	**
fournisseurs	0,014	0,024		-0,014	0,028	
clients et consommateurs	0,068	0,027	*	0,051	0,032	
concurrents	0,022	0,032		0,004	0,038	
experts	0,029	0,033		0,089	0,040	*
université	-0,044	0,040		0,001	0,044	
laboratoires publics	0,057	0,046		0,012	0,053	
conférences	0,016	0,029		0,028	0,036	
revues techniques	-0,017	0,035		-0,074	0,043	
événements professionnels	0,010	0,034		0,036	0,041	
Constante	-0,400	0,094	**	-0,559	0,139	**
Log-vraisemblance	-21,98			-24,86		
R ²	0,81			0,73		
Nb obs, (censurées)	281 (204)			281 (235)		

Note : (*) et (**) indiquent que d'un point de vue statistique, le coefficient est significatif, différent de 0, au niveau de probabilité de 5 % et 1 % respectivement.

■ Conclusion

Les entreprises des industries culturelles ont un profil spécifique en matière d'innovation, privilégiant acquisitions et marketing aux dépenses propres de R & D. Bien que ce résultat doive être confirmé par les futurs travaux de recherche, cet article tend à montrer que l'intervention publique directe en faveur de la R & D, *via* le crédit d'impôt plutôt que les subventions, pourrait augmenter le taux d'innovation dans les industries culturelles.

⁴ Il s'agit d'un instrument de contrôle courant dans les études s'appuyant sur les données de l'enquête CIS. Voir notamment Monjon et Waelbroeck (2003).

Bibliographie



Boyer M., *Assessing the Economic Impact of Copyright Reform*, rapport de projet établi pour Industrie Canada, 2004.

Cléron E., Patureau F., *L'emploi dans le secteur culturel en 2005*, 2007.

Monjon S., Waelbroeck P., « Assessing Spillovers from Universities to Firms : Evidence from French firm-level data », *International Journal of Industrial Organization*, 2003, 21, p. 1255-1270.

Siwek S.E., *Copyright Industries in the U.S. Economy*, rapport établi par la société Economists Incorporated pour l'International Intellectual Property Alliance - groupement d'associations professionnelles représentant les industries du droit d'auteur aux États-Unis, 2002.

Les déterminants organisationnels de l'innovation-produit : les spécificités des firmes agroalimentaires françaises

Galliano Danielle¹
Garedew Lulit¹
Magrini Marie-Benoit¹

Résumé

L'objectif de ce travail est de mettre en évidence le rôle des différentes dimensions de l'architecture organisationnelle interne et externe de la firme agroalimentaire sur ses performances à l'innovation-produit. L'idée est de montrer que pour innover, l'entreprise doit prendre appui sur ses bases de connaissances internes mais aussi mobiliser les informations et les connaissances externes. Les hypothèses sont testées à partir de l'enquête innovation (CIS 2004), appareillée à l'Enquête Annuelle d'Entreprise (EAE), sur les firmes agroalimentaires françaises et les autres firmes industrielles afin de mettre en évidence leurs spécificités. Les résultats de ce travail nuancent la vision de l'agroalimentaire souvent classé par la littérature comme un secteur « low-tech », de faible niveau technologique et porté par une imbrication structurelle avec son amont. Ces résultats mettent notamment en évidence l'importance croissante de l'aval dans les processus d'innovation du secteur et la plus grande complexité de cette industrie en termes de formes d'innovation.

¹ INRA-IODA UMR1248 AGIR, Toulouse

■ Introduction

Travailler sur les industries agroalimentaires pose la question de la diversité des secteurs et des conditions sectorielles de l'innovation. Chaque secteur recouvre un ensemble de biens et services différents, mais surtout de technologies pour les produire qui peuvent être diverses. Considéré comme un secteur de faible niveau technologique dans le classement de l'OCDE, l'agroalimentaire n'en constitue pas moins un secteur où l'innovation et sa permanence constituent des enjeux majeurs pour la survie et la compétitivité de ses entreprises. Différents travaux mettent ainsi en évidence la faible pertinence de cette classification technologique face à la complexité inhabituelle des bases de connaissances et de la structure industrielle des IAA. Comme le notent von Tunzelman et Acha (2005, p. 427), « *the traditional reliance on suppliers of machinery is being overtaken by needs for technologies from advanced instrumentation, electronics computing, biotechnology, for both material and production processes, pharmaceutical and smart materials supplied by high tech firms and public laboratories* ». L'agroalimentaire recouvre donc une variété inhabituelle de bases de connaissances qui accompagne une grande variété de formes d'organisation des entreprises ayant des potentiels technologiques, des structures et des modes de coordination internes et externes très diversifiés.

Dans ce contexte, ce travail propose d'analyser les déterminants organisationnels de la performance innovatrice des firmes de l'agroalimentaire et leurs spécificités par rapport aux autres secteurs industriels. Il s'agira de mettre en évidence le rôle des formes d'organisation de la firme, dans ses différentes dimensions internes et externes, sur sa capacité d'innovation-produit. La littérature théorique, ouvrant la boîte noire de l'organisation, a porté une attention croissante au rôle des choix d'organisation de la firme sur ses performances innovatrices. Les travaux mettent en évidence la nature cumulative et interactive de l'innovation, les contraintes de sentiers dans lesquels les firmes s'inscrivent et l'importance de leur base technologique dans leur capacité d'innovation (Dosi, 1988). Le potentiel technologique existant est important car il constitue la base de la capacité d'innovation mais aussi de la capacité d'absorption de la firme. Cette dernière renvoie à la capacité à « acquérir » des savoirs et technologies de leur environnement externe (Cohen, Levinthal, 1989). Pour innover, l'entreprise doit s'appuyer sur ses bases de connaissances internes, les exploiter mais aussi mobiliser les informations et connaissances externes. Ainsi, les connaissances ne sont plus seulement considérées comme un output de l'innovation, mais aussi comme un élément fondamental de la capacité d'innovation de la firme.

Si la littérature s'accorde pour mettre en évidence l'importance des choix d'organisation de la firme sur ses performances innovatrices, peu de travaux empiriques ont exploré ce lien. En prenant appui sur l'exploitation de l'enquête CIS4, implémentée par les données individuelles de l'enquête annuelle d'entreprise, ce travail s'intéresse plus particulièrement au rôle des différentes dimensions de l'architecture organisationnelle de la firme sur ses performances en innovation-produit. Au niveau interne, au-delà des caractéristiques structurelles qui sont supposées jouer sur la base technologique et la structure informationnelle de la firme, on s'attachera à mettre en évidence le rôle des autres formes d'innovation (en procédés, organisationnelles, marketing...) dans la performance en innovation-produit. Dans le mode de coordination externe, une attention particulière peut être donnée à l'ensemble des sources d'informations externes choisies par la firme et à ses formes de coopération avec divers partenaires. L'hypothèse est que ces deux dimensions, interne et externe, jouent un rôle important dans la construction de la base de connaissances de la firme et dans sa capacité d'innovation.

■ Les déterminants de l'innovation : cadre théorique et hypothèses

Dans leur dimension microéconomique, les processus d'innovation sont des processus fondamentalement interactifs, cumulatifs et non linéaires dans lesquels l'architecture organisationnelle de la firme joue un rôle majeur (Kline, Rosenberg 1986, Teece 1996). On peut ainsi mettre en évidence trois ensembles de paramètres qui jouent sur la capacité d'innovation de la firme : les choix d'organisation interne des agents ; leurs modes de coordination et de coopération avec les partenaires externes ; et enfin, plus largement, leur capacité à capter les connaissances dans leur environnement. Le premier niveau d'analyse renvoie à l'influence de l'architecture interne des organisations en termes de structures organisationnelles et de modes de circulation des informations. Le second renvoie aux relations externes que l'entreprise tisse avec son environnement vu comme un ensemble de partenaires variés en amont et en aval. Enfin, le troisième niveau repose sur l'hypothèse que l'ensemble des caractéristiques territoriales, marchandes et institutionnelles de l'environnement de la firme influence sa capacité d'innovation. L'objectif est alors d'identifier les formes organisationnelles internes et externes propices à la création et à la diffusion de l'innovation dans la firme.

Les caractéristiques internes et les choix d'organisation internes

Les caractéristiques internes de la firme jouent un rôle important dans la littérature sur l'innovation et la diffusion des technologies. L'hypothèse est que la firme dispose de caractéristiques propres, telles que la taille, les dépenses en R & D, les modes d'organisation des décisions et de circulation des connaissances, etc., qui influencent la propension à innover ainsi que les bénéfices escomptés de l'usage des technologies (rank effects de Karshenas et Stoneman, 1993).

La question de la relation entre la taille et la capacité d'innovation a donné lieu à une abondante littérature, mais n'a pas permis de dégager un consensus. Schumpeter (1943) tend à montrer que la grande taille, associée à un plus fort pouvoir de marché, favorisait la capacité à innover. Certains auteurs mettent aussi en évidence le fait que les firmes qui peuvent s'appuyer sur des ressources internes importantes ont moins de problèmes ou d'échecs face à l'innovation. Une grande taille mais aussi l'appartenance à un groupe et une forte intensité en R & D peuvent favoriser la capacité d'innovation et surtout la capacité d'absorption de la firme et l'aider à dépasser les difficultés rencontrées dans le processus d'innovation (Lhuillery, Pfister, 2009). Ces facteurs sont donc particulièrement sensibles dans la décision de s'engager dans un processus d'innovation. On s'accorde aussi pour montrer que, si les dépenses en R & D augmentent logiquement avec la taille, l'efficacité de ces dépenses peut décroître avec elle. L'intensité de l'investissement en R & D reste toutefois un élément central de la propension à innover. Mais au-delà de cet accord, d'autres travaux montrent au contraire que la petite taille peut favoriser une plus grande capacité d'innovation. Elle permet notamment de réduire les coûts de remplacement des vieilles technologies (Astebro, 2004) et favorise les innovations plus radicales. Cohen (1995) montre dans le même ordre d'idées que les grandes firmes sont plus engagées dans des projets de R & D incrémentale qui s'inscrivent dans la poursuite de leurs avantages compétitifs et favorisent leur recherche d'économies d'échelles.

Le type de secteur et la nature de la technologie jouent un rôle dans la relation. L'agroalimentaire est particulièrement marqué par l'importance de l'innovation incrémentale et cumulative du fait notamment d'un comportement plutôt conservateur des consommateurs face aux changements alimentaires (Galizzi, Venturini, 2008). Ce type d'innovation nécessite moins d'investissement en R & D. Mais ce secteur comporte aussi des segments de marché et des sous-secteurs très innovants où des opportunités technologiques peuvent générer de l'innovation-produit plus radicale et plus consommatrice de R & D.

Hyp1 : La taille, l'appartenance à un groupe et l'intensité en R & D jouent favorablement sur la capacité d'innovation de la firme.

Par ailleurs, l'innovation-produit n'intervient pas de manière isolée et indépendante des autres ressources internes de la firme. L'idée de complémentarité, développée notamment par Milgrom et Roberts (1990), est basée sur l'idée que deux activités sont complémentaires si l'augmentation de l'une accroît le rendement de l'usage de l'autre. Ils ont notamment montré que la réussite de l'adoption de nouvelles technologies dépend de son association avec la mise en œuvre de nouvelles pratiques organisationnelles et stratégiques liées au processus de production, de commercialisation ou d'ingénierie, etc. L'innovation-produit s'inscrit ainsi dans le cadre d'un *cluster* de stratégies et de pratiques qui s'avère indispensable au processus de production et de commercialisation d'un produit nouveau. Milgrom et Roberts (1990) intègrent dans ce *cluster* les changements dans les modes de gestion de la main-d'œuvre, plus qualifiée et plus autonome², une interaction croissante entre l'usage des nouvelles technologies de l'information et de la communication et l'intensité d'innovation en produits et procédés, la mise en place de relations profondes et stabilisées avec les fournisseurs, etc.

Dans le même ordre d'idées, Teece (1986) suggère que la réussite d'une innovation-produit est liée à l'existence de ressources complémentaires telles que le marketing ou l'après-vente. Dans les IAA, Alfranca *et al.* (2003) mettent en évidence un lien positif et persistant entre la production d'innovations techniques et celle de nouveaux *packagings* design. Le manque d'innovations ou de ressources spécifiques associées peut ainsi nuire non seulement à la réussite de l'innovation mais à la décision même de s'engager dans un processus d'innovation (Rama, von Tunzelman, 2008, p.23).

Hyp2 : Les firmes qui innovent en termes de pratiques organisationnelles et stratégiques ont une plus forte propension à innover en produits.

Les modes de coordination externes : relations externes et formes de coopération

Dans le mode de coordination externe, une attention particulière peut être donnée à l'ensemble des sources d'informations externes choisies par la firme, ainsi qu'à ses formes de coopération avec ses partenaires externes.

La littérature montre que les partenaires amont et aval sont des sources fondamentales de l'innovation et surtout de l'innovation-produit. Dans la taxinomie des trajectoires sectorielles de l'innovation de Pavitt (1984), l'agroalimentaire est classée comme un secteur *supplied-dominated*, un secteur dominé technologiquement par les fournisseurs et qui puise ses sources d'innovation dans son amont. Cette classification est largement en évolution, d'une part, du fait de la diversité croissante des technologies amont utilisées par les IAA, et d'autre part, du fait d'une tendance à une régulation croissante du secteur par son aval. Andersen et Lundvall (1988) notamment montrent que la capacité d'innovation en produits et procédés n'est pas seulement liée à l'investissement en R & D, mais dépend aussi du degré d'interaction avec les fournisseurs d'équipements et d'inputs spécialisés. Dans le cas des IAA, et sans remettre en cause l'importance technologique des fournisseurs, les études s'accordent pour montrer une tendance croissante à une stratégie dirigée par le marché (*market driven*) et par la réponse aux variations de la demande. L'innovation peut provenir d'opportunités créées par le marché ou d'orientations portées par les acteurs de l'aval, du fait notamment du pouvoir intégratif croissant de la distribution sur les filières (von Tunzelman, Acha 2005, Castellacci 2008). La domination d'une force sur l'autre est peu consensuelle. La distinction peut être faite entre les innovations plus radicales générées par les mutations techniques portées par les secteurs amont et les innovations plus incrémentales proposées aux consommateurs pour répondre à leurs besoins en termes de gamme et de différenciation des produits. Ainsi, si les fournisseurs sont une des principales sources de technologie pour les IAA, les firmes agroalimentaires ont

² Cf Greenan (2003) sur cette relation entre innovation technologique et organisation du travail.

tout intérêt à engager des relations de coopération avec les fournisseurs et augmenter leur capacité d'absorption de ces technologies clés (Rama, von Tunzelmann, 2008). Par contre, comme le notent la plupart des auteurs, l'agroalimentaire tend à être de plus en plus « orientée marché » du fait de la forte volatilité de la demande des consommateurs et surtout de la nature incrémentale des innovations-produits qui sont le plus souvent une combinaison de différents types d'innovation à la fois de nature technologique et marchande (Galizzi, Venturini, 2008).

Concernant les concurrents, la littérature théorique et surtout empirique tend à montrer que la firme cherchera plus à capter l'information des concurrents et à limiter le transfert de ses propres connaissances. Les schémas de coopération sont donc plus complexes avec les concurrents qu'avec les partenaires amont ou aval. Comme le notent Lhuillery et Pfister (2009), s'il paraît vraisemblable que cette coopération soit très efficace en termes d'intensité d'innovation pour l'entreprise, elle est aussi plus difficile à gérer et à mener à terme.

Concernant les relations avec les universités ou les organismes publics de recherche, la littérature empirique est également partagée (Lhuillier, Pfister, 2009). Certains travaux récents mettent en évidence le nombre croissant de collaborations entre entreprises et universités et l'effet positif de la coopération sur les performances à l'innovation (Loof, Brostrom, 2008). Cette tendance est particulièrement nette pour les industries basées sur la science (*sciences based industries* de Pavitt) ou les entreprises innovantes de petite taille ayant peu de ressources internes (problèmes de financement et recherche de partage de risque). D'autres, par contre, trouvent un effet non significatif relativement aux autres formes de coopération, voire un effet négatif (Lhuillery *et al.*, 2009). Les obstacles généralement avancés sont les différences dans les motivations de l'innovation (recherche fondamentale vs appliquée) ou la dissociation entre le temps de la recherche et celui du marché.

Hyp3 : Les sources d'information et les formes de coopération de l'entreprise jouent un rôle majeur dans la construction de la performance à l'innovation. Si toutes peuvent avoir un rôle positif sur la capacité à innover, les relations avec les fournisseurs et les clients semblent jouer plus significativement.

Le rôle de l'environnement

Le processus d'innovation est un processus interactif et surtout un processus cognitif qui met au premier plan le rôle fondamental des informations et des connaissances dans la capacité d'innovation. Différentes dimensions de l'environnement de la firme sont mises en avant comme éléments de constitution de cette base de connaissances. On retiendra l'importance de l'environnement industriel et marchand dans lequel la firme est insérée, mais aussi l'environnement spatial qui peut, de manière directe et indirecte, être une source d'externalité de connaissances favorable à l'innovation.

Concernant les conditions industrielles et marchandes dans lesquelles s'insère l'activité de la firme, elles font partie intégrante de ses bases technologiques. Chaque secteur présente ainsi un environnement technologique spécifique, une quantité plus ou moins importante d'innovations (« opportunités technologiques » au sens de Cohen et Levin, 1989), qui sont également plus ou moins facilement appropriables par les entreprises entre elles (« conditions d'appropriabilité » au sens de Arrow, 1962). Des conditions d'appropriabilité très favorables au sein des secteurs peuvent être un frein à la dépense de R & D, mais elles constituent en même temps une source de connaissances pour alimenter l'innovation incrémentale. Utilisant la classification schumpetérienne des secteurs, Malerba (2005) distingue les secteurs *Mark I*, caractérisés par de faibles opportunités technologiques et conditions d'appropriabilité, par la présence de firmes de petite taille et une forte rotation des firmes, et les secteurs *Mark II* qui sont plus basés sur la science et caractérisés par une forte appropriabilité, par une forte cumulativité et par la présence

stable de grandes firmes établies. Mais, comme le notent von Tunzelmann et Acha (2005, p. 423), l'agroalimentaire résiste à tout classement du fait de la diversité de ses sous-secteurs en termes d'opportunités technologiques, de structures industrielles et d'appropriabilité. La captation des *spillovers* et les mécanismes d'imitation restent des mécanismes d'apprentissage technologique importants pour les firmes agroalimentaires (Rama, von Tunzelmann, 2008). Ces différents aspects sont toutefois difficilement quantifiables et testables empiriquement.

Hyp4 : Le secteur, par son intensité technologique et ses conditions d'appropriabilité, influence la capacité d'innovation de la firme.

Les processus de coopération et de coordination entre acteurs et la capacité à capter les informations dans son environnement sectoriel constituent des éléments favorables à la capacité d'innovation.

Concernant les structures de marché, le lien positif entre le degré de concentration du marché et la performance à l'innovation des firmes, mise en exergue par Schumpeter, a peu été démontré par les nombreuses études empiriques réalisées. La littérature n'est pas convergente sur ce lien. Si la détention d'une large part de marché peut être un stimulant à l'innovation, l'existence de grandes firmes dominantes peut être un frein et une barrière à l'innovation pour les firmes de la frange concurrentielle. Elle peut également, dans un secteur de plus en plus concentré comme les IAA, constituer un élément qui renforce l'opportunité des processus imitatifs et de l'innovation incrémentale. Par ailleurs, d'autres variables caractérisant le contexte marchand peuvent s'avérer structurantes et notamment le degré d'incertitude sur la demande qui s'avère particulièrement forte pour certains marchés alimentaires. Une forte incertitude peut rendre nécessaire une plus grande capacité d'adaptation et une plus grande flexibilité de l'entreprise en termes de comportement innovant.

Hyp5 : La concentration du marché et l'incertitude sur la demande favorisent la propension à innover.

Concernant l'environnement spatial, l'idée généralement admise dans la littérature est que la localisation de la firme n'est pas neutre dans le processus de diffusion et de production des innovations et que les processus de proximité spatiale jouent dans la diffusion des connaissances. La littérature met en évidence différents types d'externalités ou de *spillovers* de connaissances liés à l'agglomération d'activités sur un même espace. Quand l'agglomération renvoie à la spécialisation industrielle du site, elle permet aux entreprises de construire un réseau de fournisseurs dédiés, de disposer d'une main-d'œuvre spécialisée et de favoriser la diffusion des informations et des innovations entre firmes concurrentes (Glaeser *et al.*, 1992). De manière plus générique, l'agglomération urbaine génère des économies externes qui découlent de l'agglomération des activités et des agents. Elle renvoie à une facilité d'accès à un capital humain dense et diversifié, aux relations interfirmes plus intenses et à l'amélioration de la transmission des informations et des connaissances (Massard *et al.* 2004, Galliano, Roux 2008). La forte densité a pour corollaire la faible densité et la diversité des externalités spatiales des différents types d'espaces. Les espaces ruraux sont notamment porteurs d'une proximité au niveau des matières premières, de faibles coûts fonciers et d'une main-d'œuvre plus stable et moins chère. L'agroalimentaire est particulièrement sensible à ces différents aspects et est plus présente dans les espaces ruraux. Toutefois, la capacité d'absorption et le besoin d'informations de chaque firme jouent un rôle moteur dans son rapport à l'espace (Martin *et al.*, 2006). Galliano et Roux (2006) montrent que le gap technologique entre firmes rurales et urbaines est étroitement lié au degré de qualification de la main-d'œuvre de la firme et qu'à niveau de compétences égal, les firmes rurales ont la même probabilité à adopter des technologies que les firmes urbaines. Par ailleurs, Feldman et Audretsch (1996) mettent en évidence l'existence de *spillovers* technologiques spatiaux entre les firmes agroalimentaires de leur échantillon.

TABLEAU 1.1
Statistiques descriptives sur les entreprises de plus de 20 salariés ayant innové en produit, pour les secteurs IAA et hors IAA (données pondérées) en %

		IAA			Hors IAA		
		Innov. Produit	Pas Innov. Produit	Total	Innov. Produit	Pas Innov. Produit	Total
NOMBRE D'ENTREPRISES		860	2 080	2 940	5 717	11 700	17 417
Secteur d'activité :	Agroalimentaire	-	-	100	-	-	-
	Biens de consommation	-	-	-	18	22	21
	Automobile	-	-	-	3	2	3
	Biens d'équipement	-	-	-	28	24	25
	Biens intermédiaires	-	-	-	50	52	51
Taille ¹ :	20 à 49 salariés	35	64	56	39	66	57
	50 à 99 salariés	23	17	19	22	18	19
	100 à 499 salariés	31	17	21	30	15	20
	plus de 500 salariés	11	2	4	9	1	4
ENTREPRISES APPARTENANT À UN GROUPE		68	38	47	67	46	53
Entreprises ayant mené une innovation :	radicale	24	-	7	29	-	10
	incrémentale	37	-	11	32	-	10
	radicale et incrémentale	39	-	11	39	-	13
	de procédé	69	16	32	69	22	38
	de marketing produit	59	15	28	33	9	17
		100	-	29	100	-	33
PART DU CA EN PRODUIT NOUVEAU (MOYENNE)		15	0	4	23	0	8
Changement organisationnel dans :	l'organisation du travail	32	14	19	40	21	27
	les relations externes	19	8	11	25	9	14
	la gestion des connaissances	42	14	23	37	15	22
Marchés géographiques :	local / régional	76	86	83	68	74	72
	national	91	60	69	95	79	85
	européen	74	43	53	81	50	61
	mondial (hors UE)	48	24	31	66	31	42
Localisation :	en zone parisienne	10	11	11	20	16	18
	en zone urbaine (hors Paris)	38	36	37	41	42	43
	en zone périurbaine	21	17	19	18	19	19
	en zone rurale	31	36	34	21	23	22
Estime ces facteurs comme un frein important	Manque de moy. fi. dans groupe	64	46	51	61	45	50
	Manque de moy. financiers en dehors du groupe	30	18	22	25	22	23
ou moyen à l'activité d'innovation :	Coûts innovation trop imp.	65	45	51	60	42	47
	Manque de person. qualifié	45	32	36	47	35	39
	Manque info. sur technologie	33	19	23	26	21	23
	Manque d'info sur le marché	30	19	22	30	23	25
	Manque de partenaires	29	22	24	29	22	25
	Dominance d'ent. déjà établies	49	36	40	42	32	35
	Incertitude de la demande	61	39	46	51	38	42
	Aucune nécess. car innov. antér.	10	25	21	9	25	20
	Absence de dem. d'innov.	18	40	34	13	41	32

¹ Note de lecture sur le premier chiffre de la rubrique taille :

35 % des entreprises innovantes en produits des industries agroalimentaires emploient 20 à 49 salariés.

Sources : CIS4 et EAE2004

Hyp6 : Les économies d'agglomérations urbaines, en favorisant la proximité et les spillovers informationnels, jouent positivement sur la capacité d'innovation des firmes.

Cette courte revue de la littérature nous a permis de dresser un ensemble d'hypothèses sur les déterminants de l'innovation, et plus particulièrement de l'innovation-produit, que nous proposons de tester par un modèle économétrique mesurant la probabilité d'innover en produit et l'intensité de cette innovation sur la population d'entreprises enquêtées par CIS4.

■ Données et méthodologie

Données et caractéristiques de la population

Nous utilisons une base de données constituée de la fusion entre l'enquête Innovation CIS4 et de l'enquête annuelle d'entreprise (EAE). L'enquête Innovation, menée en 2004 par les différents instituts statistiques français sous l'égide du Sessi, porte sur un échantillon représentatif en taille et en secteur de l'ensemble des entreprises industrielles françaises. L'échantillon est constitué de 5 577 entreprises industrielles, dont 908 entreprises agroalimentaires. Cette enquête fournit de nombreux renseignements relatifs aux comportements innovateurs des entreprises : les innovations de produits et de procédés, l'innovation marketing et d'organisation, les dépenses en R & D, les sources d'informations et de coopérations pour innover, ainsi que les facteurs freinant les activités d'innovation. L'EAE 2004 nous renseigne de manière complémentaire sur les caractéristiques structurelles de ces firmes, leur localisation et leur environnement sectoriel et marchand.

Les statistiques descriptives des tableaux 1.1 et 1.2 nous permettent de mettre en évidence certaines caractéristiques des firmes industrielles françaises en distinguant les firmes agroalimentaires des autres firmes industrielles. En termes de structures industrielles, les entreprises des IAA sont surtout de petite taille mais avec un nombre important de firmes moyennes-grandes de 100 à 500 salariés qui innover. Le profil est, à ce niveau, assez proche de la moyenne des autres industries. En termes d'innovation, on trouve une importance relative des innovations incrémentales plus marquée pour les IAA ainsi que le poids des innovations de type marketing qui spécifient particulièrement le secteur. La part du chiffre d'affaires en produits nouveaux est globalement plus faible dans les IAA. Du point de vue spatial, il ressort aussi un plus grand ancrage dans des marchés locaux et régionaux et une plus grande localisation dans les espaces ruraux qui constituent des espaces privilégiés en termes d'origine des matières premières de l'agroalimentaire.

Le tableau 1.2 décrit les sources d'informations déclarées comme étant très ou moyennement importantes (contre peu importantes ou sans intérêt) et les formes de coopération des entreprises innovantes en produits. L'intérêt du modèle économétrique sera d'évaluer l'influence propre de ces caractéristiques sur la propension à innover et sur l'intensité de l'innovation.

TABEAU 1.2

Statistiques descriptives sur les relations externes pour l'activité d'innovation des entreprises de + 20 salariés ayant innové en produits, en %

		IAA	Hors IAA
Entreprises estimant ces sources d'informations comme d'intérêt pour l'activité d'innovation :	Interne à l'entreprise ou autres entreprises du groupe	90	89
	Fournisseurs	61	50
	Clients	64	66
	Concurrents	38	40
	Organismes publics de recherche	31	28
	Autres sources	48	50
Coopération pour l'activité d'innovation avec :	Autres entreprises du groupe	20	24
	Fournisseurs	24	29
	Clients	23	28
	Concurrents	17	17
	Consultants et laboratoires privés	16	18
	Universités	10	17
	Organismes publics	11	10

Note de lecture : 90 % des entreprises des industries agroalimentaires innovantes en produits estiment que les sources d'informations internes à l'entreprise ou au sein d'autres entreprises du groupe sont importantes pour leur activité d'innovation.

Source : CIS4

Le modèle économétrique

Le fait d'avoir innové peut être vu comme un ensemble de deux décisions : le choix d'innover ou pas, puis, si l'entreprise innove, la part de son activité qui est consacrée à cette innovation.

Pour la première décision, le fait d'avoir innové requiert d'avoir investi dans des activités d'innovation. Cette décision préalable est généralement fondée sur la différence entre le bénéfice espéré de l'activité d'innovation et son coût. Cette différence, non observée, renvoie à une variable latente I_i^* telle que :

$$I_i^* = \gamma Z_i + \varepsilon_i$$

avec Z vecteur de variables explicatives
 γ vecteur de paramètres à estimer
 ε_i terme d'erreur de loi $N(0, 1)$

Si $I_i^* > 0$, alors l'entreprise a innové (ie. elle a abouti son activité d'innovation) : on note I la variable observée indiquant si l'entreprise a innové. Plus précisément, I vaut 1 si l'entreprise a introduit sur le marché un produit nouveau³.

$$\begin{cases} I_i = 1 & \text{si } I_i^* > 0 \\ I_i = 0 & \text{si } I_i^* \leq 0 \end{cases}$$

La probabilité que l'entreprise i ait innové est donc :

$$P(I_i = 1) = P(I_i^* > 0) = P(\varepsilon_i > -\gamma Z_i) = \Phi(\gamma Z_i) \quad (1)$$

avec Φ la fonction de répartition de la loi normale. Cette probabilité peut être estimée par un modèle Probit qui nous permet d'évaluer le poids des différents déterminants contenus dans Z qui influencent la propension des entreprises à commercialiser des produits nouveaux.

³ Rappelons que le produit est considéré comme nouveau pour l'entreprise ou pour le marché : la variable I retenue ici confond les innovations produits de type « radical » ou « incrémental ». D'autres investigations pourraient être menées pour distinguer les entreprises qui innovent uniquement de manière radicale ou incrémentale.

Parmi les variables permettant d'expliquer la propension à innover, nous avons retenu trois groupes de variables. Un premier ensemble de variables renvoie à des caractéristiques structurelles de l'entreprise couramment utilisées dans ce type d'analyse : la taille selon le nombre de salariés, l'appartenance à un groupe, l'occurrence de changement organisationnel pouvant concerner l'organisation du travail, les relations externes de l'entreprise, ou encore sa gestion des connaissances dans l'entreprise, et enfin le fait que l'entreprise ait pu mener également des innovations de type procédé et/ou de marketing. D'autres variables permettent de contrôler l'effet de l'environnement de l'entreprise au regard de son secteur d'activité, du degré de concentration du marché (indice de Herfindahl), de ses marchés géographiques et de la localisation de son siège social en distinguant les espaces urbains, périurbains et ruraux. Concernant l'espace géographique, une variable indiquant si l'entreprise est localisée à Paris permet d'évaluer si les innovations ont plutôt lieu dans la capitale. Enfin, les indications sur les freins à l'innovation apportent des explications importantes sur les facteurs de l'innovation principalement liés aux moyens financiers et aux coûts de l'innovation, à la qualification du personnel, aux informations et aux partenaires disponibles, et à l'état du marché (domination du marché par des entreprises établies, incertitude de la demande). Parmi les freins, nous contrôlons également deux motifs qui peuvent conduire les entreprises à ne pas innover du fait de l'existence d'innovations antérieures ou tout simplement d'une absence de demande d'innovation. Pour autant, les statistiques descriptives (*tableau1*) montrent que, même s'il n'y a pas de demande explicite pour innover, l'innovation peut avoir lieu.

La deuxième décision renvoie à une intensité d'innovation notée Y . Cette variable continue est ici appréhendée au travers de la part du CA en produits innovants. Cette intensité d'innovation dépend d'un ensemble de variables explicatives (vecteur X) parmi lesquelles certaines sont communes à celles expliquant le choix d'innover ou pas, notamment en ce qui concerne les caractéristiques structurelles de l'entreprise et son environnement. D'autres variables sont introduites dans cette équation pour évaluer l'intensité d'innovation selon le degré d'innovation mis en œuvre par l'entreprise (existence d'autres innovations de type procédé ou marketing, les innovations sont plutôt de type radical ou incrémental ou les deux) et selon les connaissances mobilisées. Les connaissances mobilisées dans les activités d'innovation renvoient, d'une part, aux sources d'information dont le degré d'importance est jugé comme « élevé » ou « moyen » (ce sont des sources d'information d'intérêt), et d'autre part, aux coopérations (i.e. collaborations) développées par l'entreprise pour ces activités innovantes. Pour chacune de ces variables, l'enquête CIS distingue différents types d'acteurs pourvoyeurs de connaissances et avec lesquels une entreprise peut coopérer pour ses activités d'innovation. Nous avons retenu les groupes d'acteurs suivants : l'entreprise elle-même (c'est-à-dire en interne) et les entreprises du groupe, les fournisseurs, les clients, les concurrents, les organismes publics (universités, laboratoires publics, etc.) et les consultants.

$$Y_i = \beta X + u_i \quad (2)$$

avec u_i terme d'erreur de loi normale.

L'estimation de cette deuxième équation ne porte que sur les entreprises ayant innové ($I=1$). Nous sommes alors confrontés à un biais de sélection (*incidental truncation*, Wooldridge 2002) qui biaise l'estimation des régresseurs β . En effet, il existe probablement des facteurs que nous n'observons pas dans l'enquête (variables inobservables) qui influencent conjointement la probabilité d'innover et l'intensité de l'innovation *via* les variables observées X . La corrélation entre les résidus des deux équations biaise ainsi les estimations ($cov(u, \varepsilon) \neq 0$). Pour corriger ce biais, nous employons ici la méthode d'Heckman (1979) par « maximum de vraisemblance » qui consiste à estimer conjointement la probabilité d'innover et l'intensité de cette innovation tout en contrôlant la corrélation des inobservables.

On suppose que les termes d'erreur u_i et ε_i suivent une loi normale bivariée de moyenne nulle et de corrélation ρ .

$$(u, \varepsilon) \longrightarrow N \begin{pmatrix} 0 & \sigma_u & \rho \\ 0 & \rho & \sigma_\varepsilon \end{pmatrix}$$

On a alors le modèle suivant :

$$E(Y_i | I_i = 1) = \beta X_i + E(u_i | \varepsilon_i > -\gamma Z_i)$$

D'après l'hypothèse de normalité des résidus, il est démontré que l'équation de régression peut s'écrire (Thomas 2000) :

$$(Y_i | I_i = 1) = \beta X_i + \rho \sigma_u \lambda_i + v_i$$

$$\text{où } \lambda_i = \frac{\varphi(-\gamma Z_i / \sigma_\varepsilon)}{[1 - \Phi(-\gamma Z_i / \sigma_\varepsilon)]} \text{ (ou encore, } \lambda_i = \frac{\varphi(\gamma Z_i / \sigma_\varepsilon)}{\Phi(\gamma Z_i / \sigma_\varepsilon)} \text{ de par la symétrie}$$

de la loi normale) correspond à l'inverse du ratio de Mills, terme permettant de corriger le biais de sélection dans l'estimation de Y_i , et où $\rho \sigma_u$ est considéré comme le coefficient de régression de l'inverse du ratio de Mills.

Ainsi, la méthode d'Heckman permet d'estimer des régresseurs sans biais dans la fonction d'intensité d'innovation pour l'échantillon non aléatoire que constituent les entreprises innovantes. Cette dernière équation peut être estimée en deux étapes ou en une étape par « maximum de vraisemblance ». Il est admis qu'il est préférable d'utiliser la méthode en une étape car elle fournit des estimations plus précises des coefficients, et au final, du biais de sélection (Cadoret *et al.* 2004).

Pour l'estimation de l'équation (2), les deux groupes de variables concernant les connaissances mobilisées (variables de sources d'information et de coopération) jouent à notre sens un rôle déterminant dans l'activité d'innovation. C'est pourquoi nous proposons d'introduire ces variables progressivement dans l'estimation de l'équation d'intensité (équation (2)). Nous avons au total 4 spécifications : une première spécification M1 qui n'introduit que les variables de sources d'information, une spécification M2 qui n'introduit que les variables de coopération, une spécification M3 introduisant ces deux groupes de variables, et enfin, une spécification M4 proposant un croisement de ces variables. Pour ce dernier modèle, le croisement consiste à découper chaque variable de coopération en deux classes : selon que l'acteur avec qui il y a coopération est considéré comme une source d'information d'intérêt ou non. Il est attendu que les variables croisent le fait d'avoir coopéré et le degré d'importance de la source. Enfin, ces estimations sont menées sur l'ensemble des entreprises, puis en séparant les entreprises du secteur IAA des autres afin de comparer les déterminants de l'innovation de ces deux populations.

■ Les déterminants de l'innovation-produit dans les IAA : une analyse comparée

La première étape du travail a pour objectif d'analyser les différences entre les firmes innovantes et les non innovantes et de faire apparaître le rôle des caractéristiques organisationnelles internes et externes dans le fait d'innover ou de ne pas innover (*tableau 2*). Dans cette première étape du modèle économétrique, différents facteurs différencient les firmes qui réalisent de l'innovation-produit de celles qui n'innovent pas.

TABEAU 2
Probit « Choix d'innover » (1ère étape du Heckman)

Var. Dép : « Choix d'innover »	Total	Hors IAA	IAA	
Caractéristiques structurelles				
Taille	> 100 sal.	réf.	réf.	réf.
	<50,100> sal.	-0.107***	-0.144***	0.0662
	<20,50> sal.	-0.351***	-0.397***	-0.124
Appartenance à un groupe		0.227***	0.206***	0.420***
	Changement organisationnel			
Autres innovations	dans le travail	0.0207	0.0101	0.0619
	dans les rel. ext.	0.215***	0.234***	0.0920
	dans la gestion des conn.	0.213***	0.203***	0.228***
de procédé		0.870***	0.862***	0.962***
	de marketing	0.599***	0.533***	0.905***
Environnement				
Secteur	agroalimentaire	réf.		
	biens de consom.	-0.172***	réf.	
	automobile	0.174**	0.337***	
	équipement	0.261***	0.433***	
	biens interm.	0.0156	0.183***	
Concentration du marché		1.334***	1.262***	1.582**
Marché géographique	local/régional	réf.	réf.	réf.
	national	0.345***	0.373***	0.268***
	européen	0.207***	0.219***	0.169*
	mondial (hors UE)	0.357***	0.390***	0.105
Localisation	rural	réf.	réf.	réf.
	Paris	0.0262	0.0110	0.0100
	urbain hors Paris	-0.0127	-0.0489	0.104
	périurbain	0.0453	0.0163	0.182**
Freins à l'innovation				
Manque de moy. fin.	au sein du groupe	0.154***	0.157***	0.189**
	en dehors du groupe	-0.168***	-0.209***	0.0185
Coûts de l'innovation trop élevés		0.149***	0.158***	0.0872
Manque de personnel qualifié		0.105***	0.0894***	0.170**
Manque d'informations	sur la technologie	-0.0153	-0.00932	-0.0828
	sur le marché	0.0468	0.0432	0.177**
Difficulté à trouver des partenaires		0.0182	0.0453	-0.131
Marché dominé par ent. établies		0.0580**	0.0888***	-0.132*
Incertitude de la demande		0.266***	0.258***	0.288***
A déjà innové		-0.358***	-0.354***	-0.372***
Absence de demande d'innovation		-0.556***	-0.591***	-0.400***
Constante		-1.788***	-1.917***	-2.079***
LL		-18154.0	-15745.0	-2334.0

Significance levels : * $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$.

En termes de caractéristiques structurelles, le choix d'innover est favorisé par l'appartenance à un groupe qui aide la firme à s'engager dans le processus d'innovation même si elle juge, par ailleurs, que les moyens financiers que lui offre le groupe sont insuffisants et constituent un frein dans le processus. Il est aussi intéressant de noter que, si le groupe joue dans la première étape, son rôle devient non significatif sur l'intensité d'innover (*tableau 3*). Conformément à la littérature, ce facteur d'appartenance joue donc de manière plus sensible dans la décision de s'engager dans le processus d'innovation. Cet effet est partagé entre l'agroalimentaire et les autres industries. Par contre, concernant la taille de la firme, ce facteur ne joue pas un rôle significatif dans le choix d'innover pour les firmes agroalimentaires. Même si la petite taille joue négativement, les différences de taille ne sont pas significatives et rien ne distingue la petite de la grande entreprise agroalimentaire dans le fait d'être ou de ne pas être innovante (quels que soient les choix de seuil de taille). Ce résultat n'est pas général à l'ensemble de l'industrie et les autres entreprises industrielles françaises sont sensibles à l'effet taille. Pour l'industrie française prise globalement, la grande taille reste un déterminant significatif à l'innovation. Cette spécificité renvoie, comme le notent von Tunzelmann et Acha (2005), à la grande diversité des formes d'organisation industrielles des firmes de l'agroalimentaire qui constitue un secteur riche en petites et moyennes entreprises mais qui comprend aussi d'importantes firmes leaders sur de nombreux marchés.

Concernant les autres ressources internes de la firme, les résultats montrent la forte complémentarité entre les innovations-produits et les autres formes d'innovation en procédés et en marketing. Ce point est partagé avec les autres secteurs industriels français mais l'innovation marketing semble jouer un rôle plus marqué pour les IAA. La forte significativité des innovations procédés et marketing marque, encore une fois, cette double influence de l'amont (*supplied dominated*) et de l'aval (*market driven*) sur le processus d'innovation-produit des firmes agroalimentaires. En termes de changements organisationnels, on note que les changements dans les systèmes de gestion des connaissances sont particulièrement favorables à la probabilité d'être une firme innovatrice en produits. La forte croissance des pratiques de formalisation et de codification des informations et des connaissances corrélée aux processus d'adoption des TIC et des pratiques informatisées de traçabilité dans les IAA jouent sûrement dans cet effet car ils influencent l'architecture de la base de connaissances des firmes. Par contre, les changements dans l'organisation du travail et les relations externes ne jouent pas sur le fait d'être ou non innovatrice.

En termes d'environnement marchand, les firmes industrielles françaises sont globalement sensibles à l'ouverture des marchés aux zones européennes et mondiales. Dans l'agroalimentaire, si le marché local n'est pas favorable au fait d'innover, l'ouverture internationale ne joue également pas et ce sont surtout les entreprises qui sont sur un marché national qui sont innovantes (et à un degré moindre sur un marché européen). Le degré de concentration des marchés joue également de manière très significative sur la probabilité d'innover. Cet effet positif de l'appartenance à des marchés très concentrés sur la probabilité d'être innovatrice joue fortement pour l'ensemble des firmes industrielles françaises.

Concernant les freins à l'innovation, l'information sur la technologie ne semble pas constituer un frein majeur pour les innovantes qui sont plus sensibles au manque d'informations sur les marchés. Les innovantes sont également sensibles au manque de moyens financiers au sein de leur organisation (leur entreprise elle-même, leur groupe ou leurs réseaux d'enseignes) et au manque de personnel qualifié. La probabilité d'être une entreprise innovante est enfin peu sensible à la présence d'entreprises établies qui dominent le marché, contrairement aux non innovantes pour lesquelles ce frein est plus structurant. Les non innovantes sont aussi particulièrement sensibles à la « non nécessité d'innover » et au fait qu'elles se situent sur des marchés marqués par une absence de demande d'innovation⁴.

⁴ Cette partie du questionnaire CIS4 est assez difficile à exposer car ce sont en fait les entreprises innovantes qui expriment les freins et les obstacles qu'elles ont rencontrés dans leur processus d'innovation. Les entreprises non innovantes expriment quant à elles les freins dans un processus d'innovation non engagé ou qui n'a pas abouti.

La deuxième étape du travail a pour objectif de mettre en évidence les facteurs qui favorisent ou défavorisent l'intensité d'innovation-produit (*tableau 3*)⁵. La comparaison avec les autres industries permet de mettre en évidence certaines spécificités importantes de l'agroalimentaire. Notons, en premier lieu, que l'agroalimentaire est le secteur le plus défavorisé en termes d'intensité d'innovation-produit (% du CA en innovation-produit) de l'industrie française. Dans la première étape, le fait d'être dans l'agroalimentaire était plus favorable devant les biens de consommation et les biens d'équipement (*tableau 2*). Notons également que la nature de l'innovation dans les IAA est différente par rapport à la moyenne industrielle. En effet, dans les autres industries, l'intensité d'innovation est favorisée par l'innovation radicale et l'innovation radicale associée à des innovations incrémentales. L'innovation incrémentale joue ainsi négativement sur l'intensité d'innovation-produit de la firme industrielle. Pour les IAA, rien ne distingue l'innovation radicale de l'innovation incrémentale dans l'intensité d'innovation. C'est en fait la combinaison entre innovations incrémentales et radicales qui favorise l'intensité d'innovation-produit des firmes IAA et les spécifie par rapport au reste de l'industrie. Ce résultat est important car il tendrait à montrer que l'innovation radicale n'est pas secondaire dans les IAA et que ce secteur est, avec ses spécificités, loin d'être un secteur aussi *low tech* que le prédisent les classements opérés par la littérature.

Les caractéristiques structurelles de la firme ne jouent souvent pas de la même façon sur le choix d'innover et sur l'intensité d'innovation. Ainsi, c'est la petite taille qui favorise l'intensité d'innovation et, dans le cas des IAA, ce sont les firmes de taille moyenne qui ont la plus forte intensité d'innovation. Ce résultat est assez convergent avec celui relatif au niveau de R & D qui joue également un rôle important dans l'intensité d'innovation. La R & D favorise l'intensité d'innovation avec toutefois un effet non linéaire qui tendrait à montrer que, au-delà d'un certain seuil, la rentabilité de l'investissement décroît. Cet effet a souvent été mis en évidence dans la littérature. Il joue mais de façon moins ou pas significative pour les autres industries. En termes de changements organisationnels associés à l'innovation, ce sont les changements dans les relations externes de l'entreprise (alliances, partenariats etc.) qui jouent de manière significative sur l'intensité d'innovation des firmes IAA, les autres changements organisationnels étant non significatifs. Ceci spécifie encore les IAA par rapport à la moyenne des firmes industrielles, pour lesquelles toutes les formes de changements organisationnels jouent avec un rôle moins significatif des relations externes.

Si la concentration du marché est un facteur qui joue dans l'engagement à l'innovation et dans la différenciation entre firmes innovantes et non, la pression du marché ne joue plus sur l'intensité d'innovation dans les IAA. Cette extériorisation par rapport aux structures de marché n'est toutefois pas synonyme d'une indépendance vis-à-vis de l'aval. Le cas de l'agroalimentaire est au contraire très révélateur du rôle fondamental de l'aval sur les processus d'innovation-produit. Les premiers résultats montrent ainsi la forte imbrication des bases de connaissances entre les entreprises de l'agroalimentaire et leur aval. Enfin, contrairement à ce que prédit la littérature sur l'innovation, les effets d'agglomération urbaine ne sont pas significatifs pour les IAA et jouent même négativement pour les autres industries. L'agroalimentaire se distingue par l'organisation spatiale de ses firmes, plus diversifiée sur l'ensemble du territoire et qui s'appuie sur une forte présence en zone rurale pour ses besoins en matières premières et une présence aussi en zone urbaine, souvent par le biais de leur structure multiétablissements, pour leurs activités administratives et commerciales. Plus globalement, on note que l'innovation-produit, ancrée dans le caractère industriel et productif, est sensible aux coûts d'agglomération et favorise plus une localisation en zone périphérique et notamment périurbaine.

⁵ Notons que la procédure Heckman est significative pour les firmes industrielles françaises globalement et pour les autres industries hors IAA. Ceci tendrait à montrer que la décision d'innover ou pas joue sur l'intensité d'innovation sur la suite. En revanche pour les IAA, le Heckman tend à être non significatif, ce qui tendrait à montrer que l'intensité d'innovation dans les IAA est relativement indépendante des facteurs qui ont porté la décision de s'engager dans un processus d'innovation.

TABLEAU 3

Estimation des déterminants de l'intensité d'innovation produit (2^{ème} étape du Heckman)

Var. dépend. «ln (%CA en produits innovants)»		M1			M2
		Total	Hors IAA	IAA	Total
Caractéristiques structurelles					
Taille	> 100 sal.	réf.	réf.	réf.	réf.
	< 50,100 > sal.	0.120***	0.107***	0.248**	0.121***
	< 20,50 > sal.	0.129***	0.130***	0.164*	0.122***
R & D	x10-5	0.295***	0.235*	0.622***	0.266**
R & D	2x10-12	-1.65*	-1.79	-3.70**	-1.41
Appartenance à groupe		0.0229	0.0127	0.0767	0.00243
Autres innovations :	incrémentale	réf.	réf.	réf.	réf.
	radicale	0.0919***	0.0832**	0.0850	0.0802**
	incrém. et radicale	0.831***	0.822***	0.867***	0.822***
Changement organisationnel dans :	l'org. du travail	0.0670**	0.0834***	-0.0713	0.0614**
	les relat ^o externes	0.0706**	0.0610*	0.248**	0.0820**
	la gestion des connais.	0.0714**	0.0649**	0.111	0.0769**
Environnement					
Secteur	agroalimentaire	réf.			réf.
	biens de conso.	0.579***	réf.		0.591***
	automobile	0.679***	0.107		0.692***
	biens d'équipement	0.629***	0.0528		0.630***
	biens interm.	0.310***	-0.264***		0.317***
Concentration du marché		1.209***	1.353***	-1.698	1.182***
Localisation	rural	réf.	réf.	réf.	réf.
	Paris	-0.0843**	-0.0793*	-0.0956	-0.0903**
	urbain hors Paris	-0.0763**	-0.0779**	-0.0191	-0.0718**
	périurbain	0.0198	0.0130	0.0965	0.0194
Relations externes et Coopération					
Sources d'information d'intérêt	entreprises du groupe	-0.0695	-0.0446	-0.244*	
	fournisseurs	0.0897***	0.0932***	0.100	
	clients	0.0488	0.0322	0.206**	
	concurrents	0.00439	0.0158	-0.105	
	organismes publics	-0.0187	-0.0361	0.0959	
	autres	0.0500*	0.0159	0.269***	
Coopération	entreprises du groupe				0.0174
	fournisseurs				-0.0595
	clients				0.127***
	concurrents				-0.0778*
	consultants				-0.0791*
	universités				-0.181***
	autres organismes publics				0.326***
<i>Var. Croisées «Coopération X Source d'infor. d'intérêt ou non intérêt».</i>					
Coop X... d'int.	entreprises du groupe				
Coop X... non int.					
Coop X... d'int.	fournisseurs				
Coop X... non int.					
Coop X... d'int.	clients				
Coop X... non int.					
Coop X... d'int.	concurrents				
Coop X... non int.					
Coop X... d'int.	organismes publics				
Coop X... non int.					
Constante		1.568***	2.155***	1.449***	1.638***
rho		-0.0518*	-0.0494	-0.0419	-0.0713**
LL		-18154.0	-15745.0	-2334.0	-18139.8

M2		M3			M4		
Hors IAA	IAA	Total	Hors IAA	IAA	Total	Hors IAA	IAA
réf.	réf.	réf.	réf.	réf.	réf.	réf.	réf.
0.114***	0.225**	0.113***	0.106***	0.247**	0.114***	0.103***	0.184*
0.127***	0.0826	0.124***	0.128***	0.127	0.125***	0.128***	0.0546
0.171	0.631***	0.264**	0.170	0.619***	0.325***	0.259**	0.649***
-1.12	-3.74**	-1.40	-1.13	-3.62**	-1.85**	-1.94	-3.84**
-0.00835	0.0638	0.00886	-0.00482	0.0826	0.00354	-0.00878	0.0455
réf.	réf.	réf.	réf.	réf.	réf.	réf.	réf.
0.0784**	0.0664	0.0941***	0.0900**	0.0580	0.0843**	0.0784**	0.0634
0.817***	0.858***	0.828***	0.823***	0.854***	0.823***	0.817***	0.870***
0.0768**	-0.0941	0.0579**	0.0752**	-0.118	0.0652**	0.0838***	-0.116
0.0696*	0.202*	0.0709**	0.0604*	0.268***	0.0747**	0.0663*	0.204**
0.0699**	0.147*	0.0743**	0.0693**	0.114	0.0765**	0.0690**	0.137*
réf.	réf.	réf.	réf.	réf.	réf.	réf.	réf.
0.109		0.600***	0.107	0.585***	0.690***	0.114	
0.0411		0.703***	0.0414	0.634***	0.0527		
-0.268***		0.640***	-0.266***	0.312***	-0.268***		
1.326***	-1.264	0.330***	1.358***	-1.405	1.242***	1.370***	-0.945
réf.	réf.	réf.	réf.	réf.	réf.	réf.	réf.
-0.0875**	-0.181	1.215***	-0.0850**	-0.136	-0.0791**	-0.0749*	-0.194
-0.0796**	-0.00224	0.330***	-0.0783**	0.0128	-0.0685**	-0.0720*	0.0121
0.00718	0.0684	0.0245	0.0137	0.104	0.0305	0.0202	0.0905
		-0.0754*	-0.0511	-0.216*			
		0.118***	0.122***	0.128			
		0.0410	0.0328	0.160*			
		0.000979	0.0113	-0.0885			
		0.00232	-0.0164	0.164*			
		0.0531*	0.0159	0.275***			
0.0383	-0.156	0.0414	0.0606	-0.158			
-0.0358	-0.225*	-0.102**	-0.0785*	-0.293**			
0.0753*	0.626***	0.129***	0.0786*	0.605***			
-0.0669	-0.203*	-0.0923**	-0.0805*	-0.199			
-0.0839*	-0.125	-0.0841*	-0.0832*	-0.155			
-0.193***	0.105	-0.190***	-0.190***	-0.00593			
0.350***	0.0663	0.335***	0.368***	0.0313			
					-0.0123	0.0296	-0.340**
					0.0312	0.0434	-0.118
					-0.00724	0.00742	-0.108
					-0.140***	-0.109**	-0.402***
					0.169***	0.0953**	0.789***
					0.133***	0.0988**	0.460***
					-0.0619	-0.0422	-0.211*
					-0.0829*	-0.0794	-0.0953
					-0.0455	-0.0679*	0.145
					-0.0815	-0.0480	-0.186
2.232***	1.574***	1.569***	2.170***	1.444***	1.703***	2.257***	1.732***
-0.0670**	-0.0471	-0.0543*	-0.0490	-0.0470	-0.0608**	-0.0579*	-0.0444
-15729.6	-2336.1	-18124.1	-15718.9	-2320.6	-18146.9	-15741.7	-2318.2

Enfin, le modèle nous permet de tester le rôle respectif des sources d'information et les formes de coopération de la firme sur son intensité d'innovation. Ce point est de plus en plus mis en avant par la littérature comme étant un facteur fondamental de la construction de la capacité d'innovation de la firme.

En termes de sources d'information (Modèle 1), il est déjà intéressant de noter pour l'agroalimentaire, d'une part, l'effet négatif des sources internes et, d'autre part, l'effet fortement significatif de la relation clients et des sources externes telles que les foires, les associations et les publications professionnelles. On ne retrouve pas cet effet dans les autres industries plus axées sur une information amont vers les fournisseurs. En termes de structures de coopération (M2), on conforte les interactions avec l'aval pour l'agroalimentaire par un rôle très significatif des coopérations pour innover avec les partenaires de l'aval et un rôle négatif des relations avec les fournisseurs et les concurrents. Les autres industries ont, en fait, un profil de coopération assez différent de leur profil informationnel, avec un rôle positif des coopérations avec l'aval et avec les autres organismes publics ou privés de R & D, ainsi qu'un rôle négatif des consultants et des universités. Le modèle (M3) conforte globalement les résultats précédents en les englobant. Pour l'agroalimentaire, on note en plus un effet positif des liens informationnels avec les universités qui ne se conforte pas par des liens coopératifs (négatif et non significatif).

Le dernier modèle permet de préciser ces interactions entre le système informationnel et la structure de coopération (M4). Ainsi, pour l'agroalimentaire, les résultats confirment qu'un système de relations trop autocentré sur les sources internes (quand la firme cumule la coopération et l'information au sein de l'entreprise, de son groupe ou son réseau d'enseignes) joue un rôle négatif et significatif sur l'intensité d'innovation. Cet effet est spécifique aux IAA. Concernant les clients et fournisseurs, les résultats mettent bien en évidence l'effet stratégique de la relation aval et des sources du marché pour l'agroalimentaire. Cet effet ne se retrouve pas pour les fournisseurs avec une information sensible : cette relation amont joue un rôle négatif et significatif quand la coopération n'est pas accompagnée par un système d'information avec les fournisseurs (jugé non d'intérêt). Elle joue un rôle non significatif quand la coopération est associée avec un intérêt pour un système d'information sur ces acteurs amont. Les résultats montrent également que la conjonction entre coopération et système d'information important avec les concurrents joue un rôle négatif et significatif sur la probabilité d'innover. Ils mettent encore en évidence ce rôle difficile et ambigu de la relation avec la concurrence dans le processus d'innovation mis en exergue dans la littérature. Notons enfin que, contrairement aux autres industries, la relation avec les organismes publics et universités joue un rôle positif, mais non significatif, pour les IAA et un rôle négatif pour les autres industries.

■ Conclusion

L'objectif de ce travail était de mettre en évidence le rôle des différentes dimensions de l'architecture organisationnelle interne et externe de la firme agroalimentaire sur ses performances à l'innovation-produit. Les différents résultats nuancent souvent la vision de l'agroalimentaire portée par la littérature généraliste en économie de l'innovation qui la classe comme un secteur *low-tech*, de faible niveau technologique et porté par imbrication structurelle avec son amont. Ces résultats mettent notamment en évidence l'importance croissante de l'aval dans les processus d'innovation du secteur et la plus grande complexité de cette industrie en termes de formes d'innovation. Ils montrent l'importance partagée entre les innovations radicales et incrémentales et surtout l'importance de la combinaison entre les deux formes d'innovations dans la performance. Cet aspect appelle des recherches plus approfondies afin de mieux cerner les déterminants des innovations selon leur nature et leurs combinaisons.

Bibliographie

- Alfranca O., Rama R., von Tunzelman N., « Competitive behaviour, design and technical innovation in food and beverage multinationals », *Int. Journal of biotechnology*, Special issue on « Innovation in agriculture, food and beverages and biotechnology » coedition with IJTM, 2003, 5, p. 222-248.
- Andersen E., Lundvall B.A., « Small national systems of innovation facing technological revolutions : an analytical framework » in C. Freeman, BA Lundvall (eds), *Small countries facing the technological revolution*, London and NY. Pinter Publishers.
- Astebro T., « Key success factors for technological entrepreneurs R & D projects », *Engineering Management*, 2004, IEEE Transactions on vol. 51, Issue 3, p. 314 - 321.
- Audretsch D.B., Acs Z.J., « Innovation and size at the firm level », *Southern Economic Journal*, 1991, p. 739-744 (January).
- Audretsch D. B., Feldman M. P., « R & D spillovers and the geography of innovation and production », *The American Economic Review*, 1996, vol. 86, n° 3, juin, p. 630-640.
- Arrow K., « The Economic Implications of Learning by Doing », *Review of Economic Studies*, 1962, 29, p. 155-173.
- Cardorcet I., Benjamin C., Martin F., Herrard N., Tanguy S., *Économétrie appliquée*, éditions De Boeck, 2004.
- Catellacci F., « Technological Paradigms, regimes and trajectories : Manufacturing and services industries in a new taxonomy of sectoral partens of innovation », *Research Policy*, in press, 2008.
- Cohen W.M., Levin R.C., « Empirical studies of innovation and market structure » in Schmalensee et Willig (eds), *Handbook of Industrial Organization*, 1989, vol. 2, Elsevier, Amsterdam.
- Cohen W.M., Levinthal D.A., « Innovation and learning : the two faces of R & D », *The Economic Journal*, 1989, 99(3).
- Cohen W.M., « Empirical studies of innovative activity » in Stonemazn(ed) *Handbook of Innovation and technological change*, Blackwell, 1995.
- Dosi G., « Sources, procedures and micro economics effect of innovation », *Journal of Economic Litterature*, 1988, 26(3).
- Galliano D., Roux P., « Les inégalités spatiales dans l'usage des TIC : le cas des firmes industrielles françaises », *Revue économique*, 2006, vol. 57, n° 6, p.1449-1476.
- Galliano D., Roux P., « Organisational Motives and Spatial Effects in Internet Adoption and Intensity of use : Evidence from french industrial firms », *Annals of Regional Sciences*, 2008, vol. 42 (2).
- Greenan N., « Organisational change, technology, employment and skills : an empirical study of French manufacturing », *Cambridge Journal of Economics*, 2003, 27, p. 287-316.
- Galizzi G., Venturini L., « Nature and Determinants of Product Innovation in a Competitive Environment of Changing Vertical Relationships », *Handbook of Innovation of the Food and Drink Industry*, 2008, p. 51-79.
- Glaeser E., Kallal H., Scheinkman J., Shleifer A., « Growth in Cities », *J. of Political Economy*, 1992, 100(6).
- Heckman J., « Sample selection biais as a specification error », *Econometrica*, 1979, vol. 47, n°1, p. 153-161.
- Kline S., Rosenberg N., « An overview of innovation », Landau R., Rosenberg N. (eds), *The Positive Sum strategy*, National Academy Press, Washington, 1986.

- Karshenas M., Stoneman P., « Rank, stock, order, and epidemic effects in the diffusion of new process technologies : An empirical model », *RAND Journal of Economics*, 1993, vol. 24, p.503-528.
- Lhuillery, S., Pfister, E., « R & D cooperation and failures in innovation projects : Empirical evidence from French CIS data », *Research Policy*, Elsevier, 2009, vol. 38(1), p. 45-57.
- Löf H., Bolstrom A., « Does knowledge diffusion between University and Industry increase innovativeness ? », *The Journal of Technology Transfert*, 2008, 33 (1), p. 73-90.
- Malerba F., « Sectoral systems : how and why innovation differs across sectors », in Fagerberg J., Mowery D., Nelson R. (eds), *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, NY, 2005, p. 407-432.
- Martin M., Tanguy C., Albert P., « Capacité d'innovation des entreprises agroalimentaires et insertion dans les réseaux : le rôle de la proximité organisationnelle », *Économie rurale*, 2006, n° 292.
- Massard N., Torre A., Crevoisier O., « Proximité géographique et innovation », in Pecqueur B. et Zimmermann J.-B. (eds.), *Économie de proximités*, Lavoisier, Paris, 2004.
- Milgrom P., Roberts J., « The Economics of Modern Manufacturing : Technology, Strategy and Organisation », *The American Economic Review*, 1990, vol. 80, n° 3, p.511-528.
- Pavitt K., « Sectoral Patterns of Technical Change : Towards a Taxinomie and a Theory », *Research Policy*, 1984, 13, p. 343-373.
- Rama R., von Tunzelmann N., « Empirical Studies of Innovation in the Food and Drink Industry », *Handbook of Innovation of the Food and Drink Industry*, 2008, p. 13-49.
- Schumpeter J., « Théorie de l'évolution économique : recherche sur le profit, le crédit, l'intérêt et le cycle de la conjoncture », éditions Dalloz, 1935, p.81- 93.
- Schumpeter J., « Capitalisme, socialisme et démocratie », Paris, Payot, 1943, p.106-123.
- Teece, D.J., « Firm organization, industrial structure and technological innovation », *Journal of Economic Behavior & Organization*, 1996, 31:2, p. 192-224.
- Teece D.J., « Profiting from technological innovation : implications for integration, collaboration, licensing and public policy », *Research Policy*, 1986, 15 (6), p. 285-305.
- Thomas A., « Économétrie des variables qualitatives », Éditions Dunod, 2000.
- von Tunzelmann G.N., Acha V., « Innovation in « low-tech » industries », Fagerberg J., Mowery D., Nelson R. (eds), *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, NY, 2005, p. 407-432.
- Wooldridge J.M., « Econometrics Analysis of Cross Section and Panel Data », MIT Press, 2002.

L'industrie pharmaceutique s'adapte à la hausse du coût de développement des médicaments

Guillaume Gilquin
Benjamin Guédou¹

Résumé

Cet article, rédigé mi-2008, présente une analyse de l'évolution de l'industrie du médicament en France au cours des dix dernières années. Le secteur, qui occupe une place de plus en plus importante dans l'industrie française, fait face à une stabilisation du nombre de nouveaux médicaments mis sur le marché malgré la très forte hausse des dépenses de recherche et développement.

Cette tendance, dans un contexte de compression des parts de marché des médicaments princeps au profit des génériques, remet profondément en cause le modèle économique « traditionnel » des industriels et favorise le développement des biomédicaments, issus des biotechnologies, dans lesquels la France est peu spécialisée aujourd'hui.

Les politiques publiques, engagées ou renforcées récemment en faveur de l'innovation (Crédit d'Impôt Recherche, coopération public-privé, etc.) bénéficient fortement aux entreprises du médicament et pourraient préserver l'attractivité aujourd'hui contestée du site France pour la recherche dans ce secteur.

¹ Lors de l'écriture de cet article, les deux auteurs étaient membres du bureau « politique industrielle, recherche et innovation » de la Direction Générale du Trésor et de la Politique Économique (DGTPE). Ils remercient vivement Emmanuel Massé pour avoir orienté leurs recherches et Kheira Benhami pour sa relecture attentive.

■ Introduction

L'industrie pharmaceutique est un secteur particulièrement dynamique en France. L'augmentation de l'espérance de vie et l'émergence de nouveaux traitements pour les Affections de Longue Durée (ALD) favorisent la croissance de la consommation de médicaments et la croissance du secteur à long terme.

Parallèlement, le secteur du médicament fait face à des évolutions profondes de structure. Le développement du marché des médicaments génériques² et la baisse des prix des médicaments³ existants se traduisent notamment par une concentration du chiffre d'affaires des grands groupes pharmaceutiques sur les molécules protégées par des brevets, et donc par une dépendance accrue de leurs résultats vis-à-vis de leurs performances en recherche et développement (R & D).

Ce travail a pour objet de dresser un bilan de la situation de l'industrie du médicament en France et de l'analyser à l'aune des grandes évolutions engagées dans le secteur depuis dix ans, en particulier dans le domaine de la R & D où la stabilisation du nombre de nouveaux médicaments mis sur le marché, malgré la très forte hausse des dépenses de développement, appelle des réponses de la part des industriels dans les années à venir.

Une attention particulière sera portée aux politiques publiques qui, dans ce domaine, relèvent à la fois d'objectifs de santé publique, d'efficacité budgétaire (maîtrise des dépenses sociales) et de développement industriel, ces objectifs pouvant être tour à tour complémentaires ou contradictoires. Le mécanisme d'assurance-maladie en particulier, qu'il soit public ou privé, modifie substantiellement l'élasticité-prix de la demande de médicaments et est susceptible de distordre les incitations des entreprises en matière d'innovation⁴. Le processus de fixation des prix est donc particulièrement important pour corriger au mieux les effets des remboursements sur l'incitation à la R & D et transmettre un signal juste aux entreprises pharmaceutiques.

La première partie de cet article vise à établir un diagnostic concernant le secteur du médicament en France, sa place et ses évolutions, afin de mettre en perspective la bonne santé affichée du secteur avec les enjeux qui le concernent. La seconde partie portera plus spécifiquement sur la R & D dans ce secteur et sur la forte hausse du coût de développement des médicaments. On examinera les réponses possibles des industriels à cette tendance et le rôle des politiques publiques pour maintenir ou améliorer les performances de la France en la matière.

² Médicaments possédant les mêmes propriétés (même substance active) que le produit de référence (appelé « princeps ») dont le brevet est tombé dans le domaine public.

³ Une fiche présentant le mécanisme de fixation du prix et du taux de remboursement des médicaments en France est tenue à la disposition du lecteur intéressé.

⁴ Le double effet des remboursements de médicaments par l'assurance-maladie (qui diminue la sensibilité du consommateur aux prix) et de la forte protection offerte par les brevets (qui assurent des rentes aux innovateurs) est notamment susceptible d'inciter les entreprises à investir plus en R & D que ce qui serait socialement souhaitable (Congressional Budget Office, *Research and Development in the Pharmaceutical Industry*, octobre 2006).

■ **L'industrie pharmaceutique occupe une place de plus en plus importante dans l'industrie française. La croissance du chiffre d'affaires s'explique en particulier par l'évolution structurelle du marché et par une faible pénétration des génériques.**

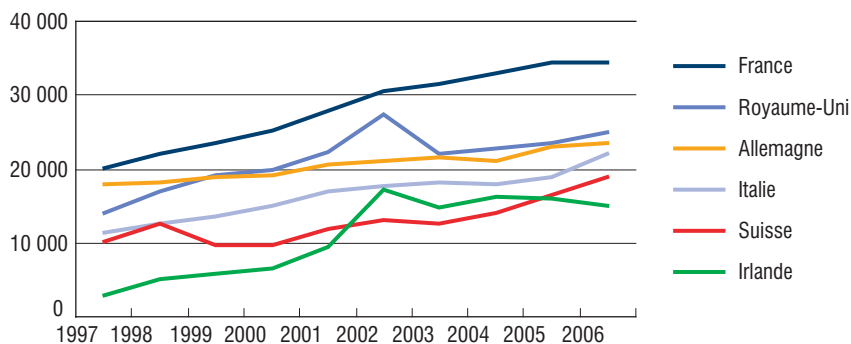
L'industrie pharmaceutique⁵ en France est un secteur particulièrement dynamique, aussi bien par rapport au reste de l'industrie française que par rapport aux autres pays.

La France est le premier pays producteur de médicaments de l'Union européenne depuis 1995.

La production de médicaments en France progresse en moyenne de 5 % par an en volume depuis 2000. Les entreprises appartenant à des groupes étrangers⁶ réalisent un peu plus de la moitié de la production nationale de médicaments⁷.

Production pharmaceutique des premiers pays producteurs européens

(en millions d'euros)



Source : Les entreprises du médicament (LEEM) d'après l'Insee

Le secteur pharmaceutique est le deuxième secteur industriel, derrière le secteur aéronautique, contribuant positivement au solde commercial de la France.

Les exportations croissent fortement (+ 8 % en rythme annualisé depuis 2003, au même rythme que les importations). Ce phénomène s'explique notamment par l'internationalisation croissante des groupes pharmaceutiques et l'importance des échanges intragroupes. Le solde commercial du secteur est stable à hauteur d'environ 6 Mds€ depuis 5 ans (+ 5,8 Mds€ en 2007), ce qui en fait le deuxième secteur industriel, derrière le secteur aéronautique (+ 13,9 Mds€ en 2007), contribuant positivement au solde commercial de la France. Les exportations sont davantage dispersées que ne le sont les importations. Un peu plus de 60 % des exportations sont à destination de l'Europe, 12,5 à destination des États-Unis et 9 % à destination de l'Afrique.

L'industrie pharmaceutique est l'un des rares secteurs industriels qui ne perd pas d'emplois

⁵ Par abus de langage, on confondra ici « industrie pharmaceutique » et « industrie du médicament », alors que l'industrie du médicament ne représente qu'une partie de l'industrie pharmaceutique, au même titre que le diagnostic médical, etc.

⁶ Nationalité définie par la localisation du siège social de la tête de groupe. Base LIFI 2004.

⁷ Sessi, *l'industrie pharmaceutique : sur les chemins difficiles de l'internationalisation*, avril 2003.

en France. Le nombre de salariés y est stable depuis 2001 autour de 115 000 salariés⁸, soit 3 % des effectifs de l'industrie manufacturière en 2006 ; 95 % des salariés sont employés sous forme de contrats à durée indéterminée. Toutefois, l'emploi dans le secteur pourrait décroître à moyen terme⁹ en raison du retard de la France dans le domaine des biotechnologies (perte de parts de marché des entreprises implantées en France), et des réductions d'effectifs de visiteurs médicaux¹⁰.

Les entreprises sous contrôle français emploient environ la moitié des salariés du secteur en France. Les emplois requièrent une qualification élevée : 20 % des salariés ont un niveau de formation initiale bac+4 et plus, contre 8 % dans l'ensemble de l'industrie. En outre, il s'agit d'un secteur féminisé puisque 53 % des salariés des entreprises du médicament sont des femmes, alors que la féminisation n'atteint que 29 % pour l'ensemble des secteurs industriels¹¹.

L'industrie du médicament, qui rassemble environ 300 groupes sur le territoire national, connaît une accélération des fusions-acquisitions depuis le milieu des années 1990 avec notamment la création du groupe Sanofi-Aventis en 2004 suite aux rapprochements successifs de Rhône-Poulenc, Hoechst et Sanofi-Synthélabo. Il reste toutefois relativement peu concentré par rapport à d'autres secteurs industriels (par exemple, l'automobile et l'aéronautique). L'émergence de nouvelles classes thérapeutiques engendre le développement de nouveaux marchés, ce qui freine la concentration du secteur. En France, le secteur comporte une proportion importante d'entreprises indépendantes de taille intermédiaire (un tiers des groupes emploie entre 100 et 1 000 salariés). Les groupes ayant plus de 1 000 salariés représentent 7 % des groupes et deux tiers de l'emploi. Le groupe français Sanofi-Aventis concentre environ un quart de l'emploi du secteur en France.

TABLEAU 1
Concentration de l'industrie du médicament

	Nombre de groupes	Proportion	Nombre de salariés	Proportion
Entre 0 et 9 salariés	55	18,2%	295	0,3%
Entre 10 et 99 salariés	123	40,7%	4 257	4,1%
Entre 100 et 999 salariés	103	34,1%	31 209	30,1%
Plus de 1 000 salariés	21	7,0%	67 784	65,5%
Total	302	100%	103 545	100%

Source : Liaisons financières (LIF) de l'Insee 2004, calculs DGTPE

La place de l'industrie française du médicament au sein du marché français diminue, au profit notamment des entreprises américaines.

Le marché français du médicament est le 3^e marché mondial derrière les États-Unis et le Japon. Le chiffre d'affaires de l'industrie pharmaceutique réalisé par les ventes en officines (CA Officine) est en croissance régulière (+ 5 % en rythme annualisé ces 5 dernières années, cf. *la partie sur « la croissance du chiffre d'affaires en France... coûteux »*) et s'établit à 20,4 Mds€¹² en 2007 (18,8 Mds€ pour les médicaments remboursables et 1,6 Md€ pour les médicaments non remboursables).

⁸ Source : Union Nationale interprofessionnelle pour l'Emploi Dans l'Industrie et le Commerce (Unedic). Codes NAF (Nomenclature d'activités française) 244 A, C, D et une partie de la NAF731Z.

⁹ Cabinet Arthur D.Little, *l'emploi dans l'industrie pharmaceutique en France : facteurs d'évolution et impact à 10 ans*, 2007.

¹⁰ Responsables, au sein des entreprises du secteur, de l'information et de la promotion des médicaments auprès des médecins.

¹¹ Source : Unedic.

¹² Le CA France, somme du CA Officine et du CA Hôpital (5 Mds€ en 2007), s'établit à 25,5 Mds€ en 2007.

La croissance du marché français du médicament est-elle contrainte par les pouvoirs publics ?

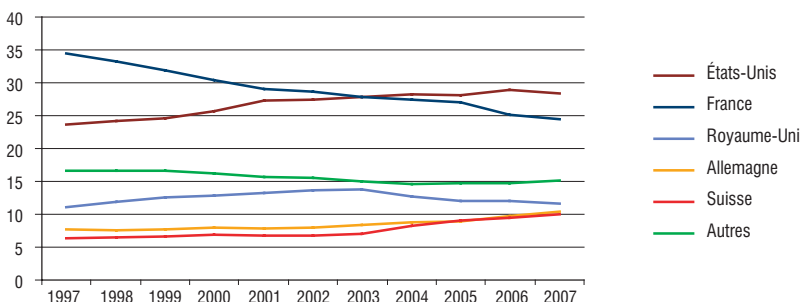
Le mécanisme de régulation repose sur la fixation, par la Loi de Financement de la Sécurité Sociale (LFSS), d'un taux de croissance du chiffre d'affaires au-delà duquel les entreprises doivent acquitter une contribution appelée « clause de sauvegarde ». En pratique, la quasi-totalité des entreprises passe une convention avec le Comité économique des produits de santé (CEPS) et sont exonérées du paiement de la contribution calculée. Dans le cadre de cette convention, les entreprises doivent accepter des baisses de prix pour certains médicaments et le paiement de remises, dont le montant total ne peut toutefois excéder le montant théorique de la « clause de sauvegarde ». Il est à noter que ce mécanisme de régulation ne contraint pas l'évolution générale des dépenses de l'assurance-maladie obligatoire. En effet, le point de référence utilisé chaque année pour le calcul d'évolution du chiffre d'affaires n'est pas le chiffre d'affaires qui avait été fixé comme objectif en Loi de Financement de la Sécurité Sociale mais le chiffre d'affaires effectivement réalisé, avant les remises conventionnelles. On « rebase » de fait l'objectif, ce qui conduit à entériner un éventuel dépassement. Il s'agit uniquement d'une régularisation *ex post* du dépassement, permettant de récupérer, une année donnée, au profit de l'assurance-maladie obligatoire, une partie de la progression du chiffre d'affaires au-delà du seuil fixé.

Comme pour l'ensemble du secteur, le marché officinal français reste relativement peu concentré. Les 20 principaux groupes vendeurs de médicaments représentent environ 70 % du chiffre d'affaires, parmi lesquels on note la présence de plusieurs groupes étrangers relativement peu implantés en France (par exemple, le suisse Novartis, le britannique AstaZeneca, l'américain Johnson & Johnson).

Les groupes sous contrôle français perdent continûment des parts de marché sur les ventes en officine en France. Depuis 1997, leur part de marché est passée de 34 % à 24,5 % au bénéfice notamment des groupes américains et britanniques à la fin des années 1990 puis des groupes suisses et allemands depuis 2003. Ce phénomène s'expliquerait en partie par le positionnement stratégique du principal groupe français, Sanofi-Aventis, qui sous-traiterait la commercialisation d'environ un quart de ses produits à des concurrents.

Répartition des ventes en officine en fonction de la nationalité de la tête de groupe

En %



Source : LIFI 2004, Groupement pour l'Élaboration et la Réalisation de Statistiques (GERS). Ce graphe ne prend donc pas en compte les mouvements de fusions-acquisitions antérieures et postérieures à 2004. Les joint-ventures Sanofi-BMS et Sanofi-Pasteur-MSD sont comptabilisées pour moitié en groupes français et pour moitié en groupes américains.

Les importations de médicaments en France proviennent en quasi-totalité d'Europe et des États-Unis (environ 90 %). La ventilation géographique est fortement corrélée à la répartition de la production dans le monde, les principaux pays producteurs de médicaments hormis la France (États-Unis, Royaume-Uni, Allemagne, Irlande) étant en tête des provenances de médicaments. Les États-Unis occupent une place croissante dans les importations suite notamment à l'augmentation des parts de marché en France d'entreprises américaines (par exemple, Johnson & Johnson et Amgen).

La croissance du chiffre d'affaires en France s'explique principalement par un déplacement du marché vers des traitements/dosages existants plus onéreux et par l'apparition de nouveaux traitements coûteux.

La croissance du chiffre d'affaires provient de l'évolution de la structure de consommation.

En déflation depuis 2004¹³, le marché pharmaceutique en France croît en valeur (+ 5 % en rythme annualisé) grâce à l'augmentation des « volumes »¹⁴ et à l'arrivée sur le marché de médicaments innovants (les prix des 10 % de médicaments les plus chers augmentent de 20 % par an). Cette croissance est notamment liée à la prise en charge de traitements des affections de longue durée (ALD). En 2006, d'après la CNAMTS¹⁵, les patients en ALD représentaient 15 % de la population couverte par le régime général¹⁶, 60 % des remboursements de soins de ville et 80 % de la croissance des dépenses.

TABLEAU 2

Décomposition de l'évolution 2007/2006 du CA Officine du médicament¹⁷

	Évolution en valeur (en Md€)	Évolution relative (en %)
CA 2006	19,6	
Champ constant : évolution en prix (1)	-0,3	-1,60
Champ constant : évolution en volume (2)	0,6	3,00
dont quantités	-0,15	-0,70
dont structure	0,75	3,70
Nouveaux traitements (3)	0,5	2,60
Évolution en valeur (1+2+3)	0,8	4,00
CA 2007	20,4	

Source : GERS, calculs DGTPE

- Depuis 2004, le marché est déflationniste suite notamment à la mise en œuvre du plan Médicament

L'évolution en prix correspond à la variation des prix à champ (« panier de produits ») constant. La baisse des prix est consécutive au plan Médicament de 2004 dans le cadre de la réforme de l'Assurance-Maladie. Ce dernier a défini des baisses de prix pour une partie des médicaments sous brevets, négociées en fonction du cycle de vie des produits, et des baisses de prix généralisées pour le répertoire des génériques¹⁸ (notamment, une baisse du prix de 15 % en 2006).

¹³ Source : EulerHermès d'après Insee.

¹⁴ Il s'agit de l'évolution du chiffre d'affaires à prix constants et non de l'évolution du nombre de boîtes vendues.

¹⁵ Caisse nationale d'assurance maladie des travailleurs salariés.

¹⁶ Salariés et travailleurs assimilés à des salariés, soit environ 80 % de la population.

¹⁷ Décomposition réalisée sur la base des travaux de Cavalé (2003). Les nouveaux médicaments non remboursables, les nouveaux conditionnements et dosages de médicaments existants ainsi que les médicaments des classes génériques existants en 2006 ont été intégrés à la croissance en volume et en prix.

¹⁸ Créé et géré par l'Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé (AFSSAPS), le répertoire des génériques est constitué des princeps et de leurs génériques.

- **La croissance en volume correspond essentiellement à l'évolution du marché vers des traitements de plus en plus onéreux**

La croissance en volume correspond à l'évolution du marché à prix constants, c'est-à-dire à la différence relative entre le CA calculé avec les quantités de l'année en cours et les prix de l'année passée d'une part, et le CA de l'année passée d'autre part¹⁹. Par rapport à 2006, les « volumes » ont crû de 4,7 % en 2007. La croissance en volume se décompose en :

- évolution en quantités : à champ constant, le nombre de boîtes vendues a quasiment stagné ;
- évolution structurelle (+ 4,8 % en un an) : il s'agit du déplacement du marché au sein de la pharmacopée existante vers des traitements plus onéreux, c'est-à-dire des médicaments en général plus récents, des dosages plus importants et des conditionnements plus grands.

Cette modification « structurelle » du marché peut s'expliquer par :

- une évolution de la demande : des innovations ont été réalisées dans des domaines répondant à des besoins de santé publique (par exemple en ce qui concerne la lutte contre les cancers et le VIH). Cette évolution traduit également une croissance de la consommation de médicaments déjà existants par des changements de dosages et des conditionnements plus importants. Par ailleurs, le vieillissement de la population induit le développement de certains traitements onéreux (par exemple, traitements contre l'ostéoporose ou contre les rhumatismes) ;
- une évolution de l'offre : l'évolution de la structure provient en partie d'une amélioration de la qualité des thérapies existantes souvent liée aux efforts de R & D des entreprises. En outre, on observe une certaine aversion au risque des praticiens qui préfèrent souvent prescrire le traitement jugé le plus efficace quitte à ce qu'il soit onéreux, alors qu'un traitement moins cher serait suffisant dans la majorité des cas. Par ailleurs, les entreprises du secteur commercialisent des médicaments dérivés de médicaments dont les brevets arrivent à expiration, qui n'apportent pas une réelle innovation thérapeutique (appelés les « me-too »²⁰), plus chers que les génériques correspondants. Enfin, les dépenses de marketing très élevées consenties par les entreprises et la « publicité » des visiteurs médicaux auprès des praticiens soutiennent certains traitements onéreux et permettent le développement de nouveaux marchés. En France, l'industrie consacrerait environ 3 Mds€ par an à la promotion des médicaments, aux trois quarts sous la forme de visite médicale²¹.

- **Les nouveaux traitements**

Ce champ correspond également à une évolution structurelle du marché. Il s'agit des médicaments remboursables hors répertoire commercialisés depuis moins d'un an en officine et véritablement nouveaux. Ces médicaments sont en majorité innovants²² (les médicaments nouveaux générant les CA les plus importants ont une ASMR II : le Lucentis de Novartis contre la dégénérescence de la rétine liée à l'âge et le Sutent de Pfizer contre les cancers des voies digestives) et contribuent à environ un quart de la croissance du CA en officine (200 M€).

Selon une étude de la CNAM²³, les médicaments de moins de 3 ans (qui correspondent dans notre étude aux « nouveaux traitements » et à une partie de « l'évolution structurelle à champ

¹⁹ Il s'agit de l'indice de Laspeyres-quantités :
$$\Delta Q_L = \frac{\sum_i p_{2006,i} * q_{2007,i}}{\sum_i p_{2006,i} * q_{2006,i}}$$

²⁰ Médicaments dérivés de médicaments dont les brevets arrivent à expiration, qui bénéficient d'une protection de propriété intellectuelle interdisant la copie par des concurrents pour une période donnée.

²¹ Rapport de l'inspection générale des affaires sociales, *L'information des médecins généralistes sur le médicament*, septembre 2007.

²² Amélioration du service médical rendu (ASMR) de niveau I ou II.

²³ Caisse nationale de l'assurance maladie, *Dépenses de médicaments en 2007 : quels sont les principaux moteurs de la croissance ?*, mars 2008.

constant») contribuent à environ 85 % de l'augmentation annuelle des dépenses de médicaments en officine. Environ 55 % de cette augmentation est liée à des innovations thérapeutiques (ASMR I, II ou III disposant donc de prix fixés en fonction de tarifs européens : par exemple le Lucentis) ou à des traitements transférés de l'hôpital vers la ville (par exemple, le Sutent).

À structure courante, on observe une augmentation et une dispersion croissantes des prix des médicaments.

Les prix pondérés par le nombre de boîtes vendues ont crû de 5 % en rythme annualisé depuis 10 ans. Le prix moyen d'un médicament remboursable (92 % du marché) s'établit à 7,1 € en 2007 contre environ 4,2 € pour les non remboursables (stagnation du prix pour ces derniers).

Du fait de l'arrivée de traitements de plus en plus onéreux, on observe une augmentation et une dispersion croissante des prix des médicaments (l'évolution à la baisse du prix à champ constant est compensée par l'évolution de la structure de consommation). Alors que le prix moyen des médicaments les moins chers (1^{er} décile) a stagné depuis 2003, celui des médicaments les plus chers (9^e décile) a augmenté d'environ 20 % par an sur la même période. Les médicaments sous brevets, commercialisés à un prix élevé sur la période récente²⁴, ont engendré un chiffre d'affaires en officine d'environ 1,5 Md€ en 2007. À l'opposé, le prix moyen d'un médicament courant et peu cher comme le Doliprane a baissé d'environ 3 % par an depuis 10 ans.

TABLEAU 3
Comparaison du niveau et de l'évolution des prix des médicaments par rapport au Royaume-Uni ²⁵

Pays	2000	2001	2002	2003	2004
États-Unis	209	217	201	190	176
Allemagne	91	94	95	102	106
Royaume-Uni	100	100	100	100	100
France	80	81	81	91	84
Espagne	64	67	75	81	80
Italie	79	82	86	90	78

Source : ministère de la Santé britannique, 2006

En 2004, les prix des médicaments aux États-Unis étaient plus de deux fois supérieurs aux prix français pour un panier identique de médicaments. Toutefois la croissance des prix aux États-Unis semble avoir été moindre qu'en France, au Royaume-Uni et en Allemagne, sans doute freinée outre-Atlantique par le développement des médicaments génériques.

Il conviendrait de favoriser encore davantage le développement des génériques en France.

Le brevet d'un médicament est un titre de propriété qui confère à l'entreprise titulaire un droit de monopole temporaire ²⁶, ce qui augmente la rente d'exploitation du médicament et permet de rémunérer les investissements réalisés en R & D (le pouvoir de marché octroyé constitue une forme de rétrocession par la collectivité des externalités technologiques positives engendrées

²⁴ Médicaments remboursables commercialisés depuis 2005 dont le prix unitaire est supérieur à 100 €. Il s'agit en particulier d'antirhumatismaux et d'antianémiques.

²⁵ Pour chaque année, il s'agit de comparaison bilatérale où le Royaume-Uni est pris comme référence (base 100). Le panier de médicaments contient une centaine de boîtes présentes dans les deux pays de comparaison.

²⁶ 20 ans dans le cas général, mais peut aller jusqu'à 25 ans pour les médicaments.

par l'effort de recherche de l'entreprise). Si l'on suppose qu'en moyenne l'innovation a été valorisée à son juste niveau pour l'entreprise au moment où le brevet expire²⁷, alors il est légitime, d'un point de vue économique, de favoriser l'entrée des génériques sur le marché et de tarifier le médicament à son coût marginal de production pour favoriser la diffusion la plus large de l'innovation, stimuler les innovations futures incrémentales (améliorations) et la concurrence.

Le marché des génériques se développe en France depuis le début des années 2000.

La politique en faveur des génériques a été lancée plus tardivement en France (cf. *infra*) et l'écart de prix entre le princeps et le générique y est plus faible que chez nos principaux partenaires (États-Unis, Allemagne, Royaume-Uni).

En 2007, le répertoire exploité (princeps et génériques effectivement commercialisés) représente 3,1 Mds€ de chiffre d'affaires (1,2 Md€ pour les princeps et 1,9 Md€ pour les génériques), soit environ 17 % du marché des médicaments remboursables. La majorité des génériques est commercialisée par des filiales de grands groupes pharmaceutiques (Biogaran filiale de Servier, Sandoz filiale de Novartis, Winthrop filiale de Sanofi-Aventis et Merck Génériques²⁸) et par le leader mondial du générique Teva, qui se partagent plus des trois quarts du marché. Les génériques commercialisés par ces entreprises concurrencent les princeps dont les brevets ont expiré²⁹. Les entreprises du secteur ne seraient rentables qu'à partir de volumes de ventes élevés³⁰, ce qui limiterait l'arrivée sur le marché de nouveaux acteurs et expliquerait la grande concentration du secteur. La barrière à l'entrée serait par ailleurs accentuée par le choix des pharmacies de recourir à un très petit nombre de fournisseurs (un ou deux) pour les médicaments génériques.

Depuis 2003, la part de marché des génériques au sein des médicaments remboursables est passée de 11 % à 20 % en volume et de 5,5 % à 10 % en valeur, au détriment des médicaments hors répertoire, et des princeps depuis 2007. Selon les prévisions de Biogaran, le marché devrait croître d'environ 10 % par an au cours des prochaines années, soutenu par la chute de brevets couvrant des molécules à chiffre d'affaires élevé (pour le marché français, amlopidine et lanzoprazole en 2007).

La progression des ventes de génériques procède habituellement de deux facteurs qu'il convient de dissocier. Le premier facteur est l'augmentation du taux de pénétration des génériques au sein de chaque groupe générique (composé de la spécialité de référence et de ses génériques) déjà existant. Le second résulte d'un effet de structure lié à l'élargissement continu du répertoire des génériques de l'AFSSAPS : de plus en plus de princeps sont soumis à la concurrence de génériques. Par exemple, l'ensemble des princeps du répertoire exploité en 2004 ne représente plus, en 2007, qu'environ 60 % des princeps du répertoire en volume et environ 40 % en valeur. Ces médicaments ont vu leur prix baisser (baisse du prix d'environ 30 % en 3 ans³¹) mais ont été rejoints dans le répertoire par des médicaments plus onéreux.

À champ constant, les génériques se substituent progressivement aux princeps. Par exemple, les princeps concurrencés par des génériques depuis 2006 voient leur part de marché³² baisser d'environ 2 % par mois. La différence de prix entre princeps et génériques, une marge sur

²⁷ Situation où le rendement privé de l'innovation atteint le rendement social.

²⁸ Vendu début 2008 à l'américain Mylan.

²⁹ Le princeps appartient parfois au même groupe pharmaceutique. Par exemple, Merck a commercialisé la Metformine, générique du Glucophage, lorsque ce médicament, qui faisait partie du portefeuille de Merck, est entré dans le domaine public.

³⁰ Cabinet EulerHermès, *La pharmacie mondiale : une restructuration en marche*, 2008.

³¹ Moyenne des prix pondérée par le nombre de boîtes vendues.

³² Au sein de la classe thérapeutique correspondante du répertoire.

la vente de génériques souvent avantageuse pour les pharmaciens³³ ainsi que la probable diminution des dépenses de promotion des entreprises commercialisant le princeps expliquent la chute importante de ces ventes.

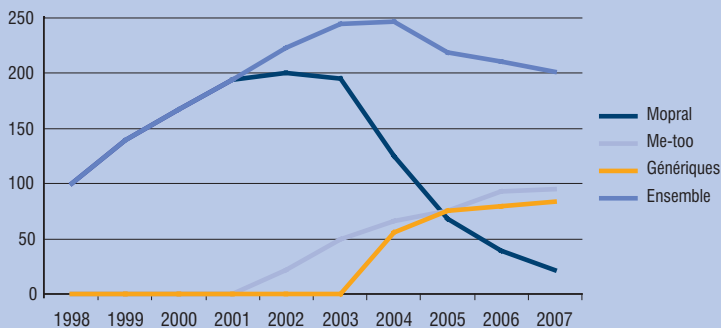
Les prix fabricants hors taxes des princeps et des génériques sont administrés par le CEPS. Le prix du générique est fixé à 45 % du prix du princeps depuis janvier 2009 (contre 50 % précédemment). En 2007, le prix moyen des princeps s'établit à 5,4 € contre 3,6 € pour la boîte de génériques. Le prix des médicaments remboursables hors répertoire est sensiblement supérieur (8,2 €).

Focus : le cas du Mopral ou la mort d'un blockbuster³⁴

L'antiulcéreux Mopral d'AstraZeneca, qui était le médicament le plus vendu et le plus remboursé en 2003, est tombé en mai 2004 dans le domaine public en France. Désormais l'oméprazole (nom de la molécule constituant le Mopral) est commercialisé sous plus d'une vingtaine de marques différentes en France par les fabricants de génériques. Depuis 2004, les génériques se substituent progressivement au Mopral. Le marché (Mopral+génériques) continue de croître en volume mais a perdu près de la moitié de sa valeur en 4 ans.

Anticipant la chute attendue de la recette du Mopral, AstraZeneca a commercialisé un « me-too » du Mopral en 2002 : l'ésoméprazole, molécule commercialisée sous le nom d'Inexium, est un isomère de l'oméprazole. L'Inexium a alors obtenu un taux de remboursement de 65 % (même efficacité médicale que le Mopral, donc même taux de remboursement) et une ASMR de niveau IV (faible amélioration du service médical rendu). Son prix a été fixé à deux tiers de celui du Mopral pour les dosages comparables, prix supérieur à celui des génériques et inférieur à celui du princeps, comme fréquemment pour les me-too. Des dosages plus importants et plus chers (40 mg) ont par ailleurs été mis sur le marché alors que le dosage maximum du Mopral était de 20 mg.

Ventes du Mopral, de son me-too et de ses génériques (en valeur, base 100 en 1998)



Source : Gers

En 2007, l'Inexium a réalisé le quatrième chiffre d'affaires parmi les médicaments vendus en officine, ce qui a permis à AstraZeneca d'atténuer l'impact de la fin du brevet du Mopral. L'entreprise avait commencé à substituer le me-too au Mopral en 2002 deux ans avant l'expiration du brevet de ce dernier.

³³ L'accord entre l'État et les pharmaciens de 1999 définit une marge des pharmaciens égale pour les princeps et les génériques d'une même classe. Toutefois les remises commerciales, dont les pharmaciens peuvent bénéficier, sont plafonnées par le code de la sécurité sociale à 10,74 % pour les génériques contre 2,5 % pour les princeps.

³⁴ Molécule dont le chiffre d'affaires annuel est supérieur à 1 Md\$.

La part des génériques en France demeure l'une des plus faibles des principaux marchés officinaux.

Alors que la politique en faveur des génériques a été lancée au milieu des années 1980 aux États-Unis, le droit de substitution n'a été accordé aux pharmaciens en France qu'en 1999 et l'instauration du Tarif Forfaitaire de Responsabilité³⁵ date de 2003.

Les comparaisons internationales sont délicates dans la mesure où la définition d'un générique varie d'un pays à l'autre. La définition choisie par l'AFSSAPS apparaît assez restrictive. À titre d'exemple, l'aspirine et le paracétamol ne sont pas inscrits au Répertoire AFSSAPS en France alors que ces substances sont depuis longtemps dans le domaine public et considérées comme génériques dans d'autres pays. En 2005, une étude comparative a été réalisée à partir d'une définition commune (médicament sans brevet, c'est-à-dire générique et princeps dont le brevet a expiré)³⁶.

La part des génériques au sein du marché pharmaceutique français demeure l'une des plus faibles des principaux marchés officinaux. En 2005, elle s'établit en volume à 38 % du marché officinal, contre 62 % aux États-Unis, 57 % au Royaume-Uni et 56 % en Allemagne.

La politique en faveur des génériques a été lancée plus tardivement en France. En outre, la fixation du prix des génériques à 50 % de celui du princeps limite la pénétration des génériques : l'écart relatif de prix entre le princeps et le générique y est plus faible que dans les autres pays étudiés.

Aux États-Unis, au Royaume-Uni et en Allemagne, l'écart relatif des prix est bien plus élevé qu'en France (en 2007, le prix moyen du princeps est de 111 \$ aux États-Unis contre 32 \$ pour les génériques). Par ailleurs, le taux de prescription en DCI était de 12 %³⁷ en France en 2006 contre 81 % au Royaume-Uni (mode de prescription enseigné dans les universités britanniques) et 35 % en Allemagne (où, depuis 1999, chaque médecin se voit allouer une enveloppe budgétaire « médicament », avec des pénalités en cas de dépassement). Or la prescription en DCI facilite la délivrance de génériques par les pharmaciens.

En 2005, la part des génériques s'établit en valeur à 17 % du marché officinal en France, contre 13 % aux États-Unis, 25 % au Royaume-Uni et 26 % en Allemagne. Le meilleur positionnement de la France en valeur s'explique notamment par un prix moyen plus élevé des médicaments hors répertoire aux États-Unis, en Allemagne et au Royaume-Uni.

Comment favoriser le développement du marché des génériques en France ?

Une fois le brevet couvrant la molécule tombé, le développement du marché des génériques constitue un objectif de politique publique, dans la mesure où il favorise la diffusion des traitements à moindre coût pour la collectivité. Au vu du retard de la France en la matière (développement relativement faible et lent), un certain nombre de rigidités pourraient être levées par les pouvoirs publics. Il apparaîtrait par exemple souhaitable de :

- diminuer le prix des médicaments génériques afin d'augmenter l'écart relatif du prix des princeps et des génériques ; on pourrait pour ce faire abaisser encore davantage le taux d'indexation du prix maximal du générique par rapport à celui du princeps, fixé aujourd'hui à 45 % ;

³⁵ TFR : ce tarif calculé à partir du prix moyen des génériques est le tarif de remboursement de l'ensemble des médicaments appartenant à ce groupe de génériques.

³⁶ Cabinet IMS Health, *New Market Segmentation*, 2005.

³⁷ La Mutualité Française, *Le médicament : memento 2007*, juin 2007.

- limiter encore plus fortement la mise sur le marché des *me-too*, en veillant à leur octroyer une protection de propriété intellectuelle conforme à l'ampleur généralement faible de l'innovation qu'ils représentent (c'est-à-dire en n'accordant pas de protection si la modification apportée par rapport au médicament initial n'engendre pas d'externalité que pourrait s'approprier spontanément l'entreprise³⁸) et en leur attribuant systématiquement une ASMR V (pas d'amélioration du service médical rendu : l'inscription du médicament en remboursement doit alors entraîner à moyen terme une économie pour l'Assurance-Maladie) ;
- développer l'usage du tarif forfaitaire de responsabilité (TFR), utilisé de manière importante en Allemagne, et continuer la politique de baisse des prix au sein du répertoire ;
- stimuler la concurrence dans le secteur des entreprises de génériques, ce qui permettrait de diminuer encore davantage les prix des génériques (*cf. Reiffen, Ward, 2005*) ;
- obtenir un taux de prescription en DCI plus important de la part des médecins et limiter l'usage de la mention « non substituable », ce qui permettrait une substitution plus importante par les pharmaciens et donc un développement accru des génériques.

Face aux évolutions structurelles du marché (développement des génériques, baisse de prix des médicaments les plus anciens, limitation des mises sur le marché de *me-too*...), le chiffre d'affaires des entreprises du médicament tend à se concentrer sur les molécules protégées par des brevets. Dès lors, les résultats des entreprises du secteur dépendent de plus en plus de leurs performances en matière de R & D.

■ Le développement des biomédicaments offre un nouveau modèle face à l'augmentation importante du coût de la R & D pharmaceutique. En France, le caractère « traditionnel » du secteur pourrait à moyen terme constituer une faiblesse.

La France apparaît spécialisée en matière de R & D dans le secteur pharmaceutique. Pour autant, le poids relatif de la R & D au sein du secteur a plutôt tendance à diminuer.

En France, l'industrie pharmaceutique est un secteur de spécialisation de la R & D, à un niveau supérieur à l'Allemagne, comparable aux États-Unis, mais assez nettement inférieur au Royaume-Uni.

En 2005, la DIRDE du secteur pharmaceutique³⁹ s'élevait en France à environ 3 115 M€. Selon l'OCDE⁴⁰, la France représentait, en 2003, dans ce secteur, 20,0 % de la DIRDE de l'UE à 15 (troisième pays en volume, derrière le Royaume-Uni 30 % et l'Allemagne 20,4 %). À titre de référence, l'OCDE l'évalue en 2005 à environ 31,4 Mds€ aux États-Unis (soit le double de l'UE à 15).

³⁸ Par exemple, si l'amélioration apportée par le *me-too* par rapport au médicament duquel il est issu constitue une différenciation de produit permettant de capter une part de marché suffisante ou de pratiquer une politique de prix telle que le rendement de l'innovation pour l'entreprise soit du même ordre que le rendement social, alors rien ne justifie qu'une protection soit accordée à l'entreprise.

³⁹ Dépense Intérieure de R & D exécutée par les entreprises pour lesquelles la fabrication de produits pharmaceutiques (codes 244 A, C et D de la nomenclature des activités françaises – NAF – de l'INSEE) constitue la branche de recherche la plus importante.

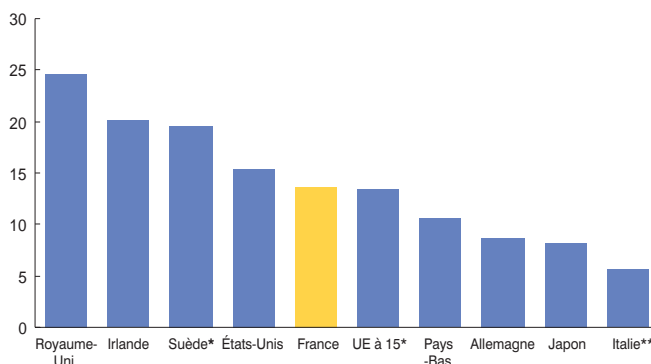
⁴⁰ Organisation pour la coopération et le développement économique.

Le secteur pharmaceutique représente une part croissante de la R & D privée exécutée en France, puisqu'elle atteignait 13,6 % en 2005, contre 12,4 % en 2000, et 7,4 % en 1990. L'industrie pharmaceutique était ainsi, en 2005, le deuxième secteur, derrière l'industrie automobile (15,5 % et 3 544 M€), en termes de volume de R & D des entreprises.

En comparaison internationale, la France présente une position intermédiaire pour ce qui concerne le poids de l'industrie pharmaceutique dans l'effort de R & D privé national, devant l'Italie et l'Allemagne mais derrière le Royaume-Uni ou les États-Unis (*graphique*)⁴¹.

Part de l'industrie pharmaceutique dans la DIRDE en 2005

(en %)



Légende : * données de 2003 - ** données de 2006

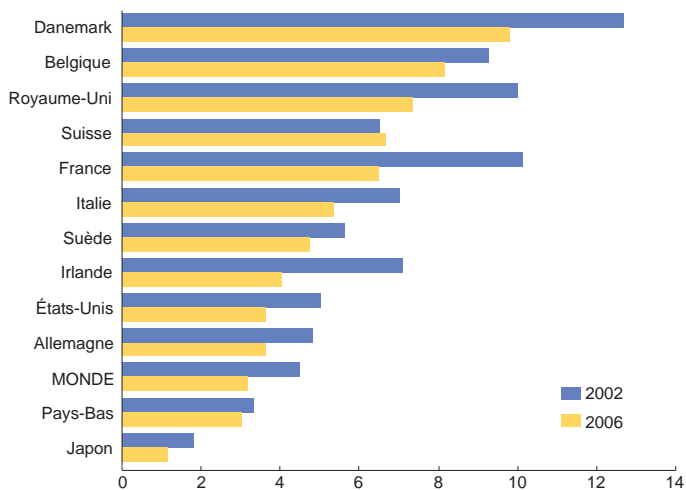
Source : Base MSTI 2007 (OCDE)

Pour ce qui concerne la recherche publique, il est particulièrement difficile de mesurer le montant des dépenses allouées à un secteur ou à un domaine donné. La santé représentait en 2005 environ 11 % des crédits budgétaires civils de R & D en France (1 Md€ sur 9,2 Mds€ au total). En appliquant ce taux à la dépense intérieure civile de R & D des administrations en 2005 (12,6 Mds€ environ), on peut évaluer à environ 1,4 Md€ le niveau de la recherche publique dans le domaine de la santé en 2005 (ce résultat, à ne considérer qu'en ordre de grandeur, est particulièrement fragile). À titre de comparaison, le budget du National Institute Health (NIH) américain en 2005 était de 25 Md\$ (28,9 Md\$ en 2007, soit environ 19 Mds€).

En 2006, la France se classe cinquième en ce qui concerne le poids relatif des médicaments dans le nombre total de brevets délivrés par l'Office américain des brevets et des marques (USPTO), (*graphique*), en nette diminution sur 4 ans (la France était 2^e en 2002 pour cet indicateur).

⁴¹ Le niveau apparemment faible du Japon pour cet indicateur est un peu trompeur ; il doit être mis en perspective avec l'intensité globale de R & D de ce pays, parmi les plus élevées du Monde (3,33 % du PIB contre 2,12 % pour la France), et la forte contribution du secteur des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) à l'effort national de recherche : le poids pour le Japon de la R & D pharmaceutique dans le PIB (0,21 % en 2005) est en fait comparable à celui de la France (0,19 % en 2003).

Part des brevets relatifs aux médicaments dans l'ensemble des brevets délivrés par l'US Patents and Trademarks Office (USPTO) par pays de résidence du premier inventeur (en %)



Source : US Patents and Trademarks Office (USPTO)

L'importance relative de la R & D pharmaceutique en France par rapport aux autres pays industriels semble s'expliquer davantage par la spécialisation sectorielle que par une intensité de la R & D particulièrement élevée pour ce secteur en France.

Le poids d'un secteur donné dans l'activité d'innovation d'un pays dépend à la fois de la spécialisation sectorielle de l'économie (poids du secteur dans l'économie) et de l'intensité de R & D du secteur (poids de la R & D dans la valeur ajoutée). S'agissant du secteur pharmaceutique, l'étude de ces deux indicateurs met en lumière des différences entre les pays et des spécificités pour certains d'entre eux.

Comme évoqué précédemment, la France présente une spécialisation intermédiaire et croissante dans l'industrie pharmaceutique⁴² : une valeur ajoutée de 10,3 Mds€ en 2002, représentant 4,1 % de la valeur ajoutée de l'industrie manufacturière⁴³, contre 2,7 % en 1992 et 2,0 % en 1982 selon l'OCDE. La part du secteur pharmaceutique dans l'industrie en France est assez comparable, en termes de valeur ajoutée, à celle des États-Unis et du Royaume-Uni (respectivement 5,1 % et 4,3 % en 2003 selon l'OCDE). L'Allemagne et le Japon apparaissent quant à eux peu spécialisés dans ce secteur. La position relative des pays pour lesquels les données existantes est robuste à l'indicateur considéré (valeur ajoutée, production, emploi).

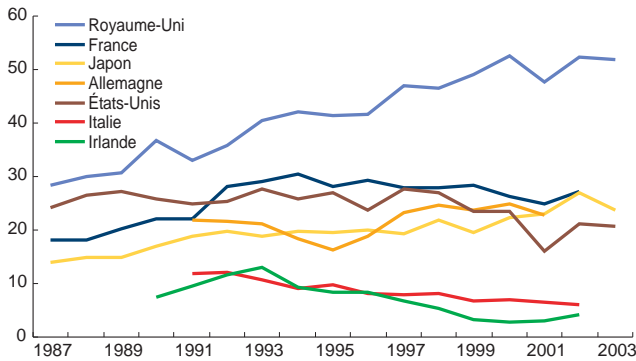
Au sein des principaux pays industriels, l'intensité de R & D du secteur pharmaceutique varie fortement, entre 5 % et 50 % (*graphique*). Pour cet indicateur, la France se situe à un niveau nettement inférieur à celui du Royaume-Uni, légèrement supérieur à celui des États-Unis, et très supérieur à celui de l'Italie⁴⁴. De plus, l'intensité de R & D de la France demeure supérieure à celle de l'Union européenne malgré un resserrement de l'écart depuis dix ans.

⁴² Ici, industrie pharmaceutique : Classe 2423 de la nomenclature International Standard Industrial Classification (ISIC) Rev 3 : « Manufacture of pharmaceuticals, medicinal chemicals and botanical products ».

⁴³ L'industrie manufacturière est un sous-ensemble de l'industrie, qui regroupe les industries de transformation des biens, mais aussi la réparation et l'installation d'équipements industriels ainsi que des opérations en sous-traitance. Les secteurs industriels qui ne sont pas comptabilisés dans l'industrie manufacturière sont, essentiellement, ceux de l'énergie et du BTP.

⁴⁴ Ce résultat est robuste au dénominateur utilisé pour mesurer l'intensité de R & D (valeur ajoutée, chiffre d'affaires).

Intensité de R & D du secteur de l'industrie pharmaceutique⁴⁵ (en % de la VA)



Source : base STAN (OCDE)

On note que, sur la période étudiée, l'intensité de R & D du secteur pharmaceutique a crû dans certains pays, comme le Japon et surtout le Royaume-Uni (+ 20 points), et diminué dans d'autres comme les États-Unis ou l'Irlande. En France, elle a crû jusqu'au milieu des années 1990 à un rythme comparable à celui du Royaume-Uni, avant de baisser progressivement.

Au total, la France apparaît aujourd'hui plutôt spécialisée dans le secteur pharmaceutique, notamment pour ce qui concerne la R & D. L'effort de R & D de la France dans ce secteur est supérieur (en pourcentage du PIB par exemple) à celui de l'Allemagne et de l'Italie. Il apparaît assez comparable à celui des États-Unis (ces derniers étant un peu plus spécialisés, mais avec une intensité de R & D moindre) ou du Japon.

La France semble toutefois présenter une spécialisation moins importante que le Royaume-Uni. Si le poids du secteur dans le PIB y est semblable à celui de la France (il croît dans les deux pays à un rythme comparable sur longue période, mais un peu supérieur au Royaume-Uni depuis les années 1990), le volume de R & D y est presque deux fois plus important (5,3 Mds€ de DIRDE pharmaceutique en 2005 contre 3,1 Mds€ pour la France). En particulier, l'intensité de R & D du secteur a augmenté d'environ 10 points en dix ans au Royaume-Uni, tandis qu'elle baissait de 4 points en France.

Malgré la prédominance des États-Unis et du Royaume-Uni en la matière, le site France reste relativement attractif pour les investissements internationaux en R & D.

Il est particulièrement difficile de mesurer l'attractivité d'un pays en matière de R & D, et *a fortiori* de la comparer entre les pays. Selon Weinmann (2005), « les États-Unis représentent toujours actuellement la première implantation pour les sites de R & D pharmaceutique » (un exemple marquant est le transfert, en 2002, du siège mondial de sa recherche par l'entreprise suisse Novartis à Cambridge aux États-Unis).

Le recensement par l'AFII⁴⁶ des opérations internationales d'investissement concernant des centres de R & D implantés en Europe dans le secteur pharmaceutique (au sens assez large) sur une période récente (2003-2007) laisse apparaître certaines tendances :

- le poids prépondérant des États-Unis comme investisseur en R & D pharmaceutique en Europe (plus de 40 % des projets d'investissements internationaux recensés sont d'origine américaine) ;

⁴⁵ Classe 2423 de la nomenclature International Standard Industrial Classification (ISIC) Rev.3 : « Manufacture of pharmaceuticals, medicinal chemicals and botanical products ».

⁴⁶ Agence française des investissements internationaux.

- l'importante attractivité du Royaume-Uni (destination de près d'un quart des investissements en Europe), en particulier pour les centres de R & D d'origine extra-européenne ;
- l'attractivité satisfaisante de la France (10 centres) et également de l'Irlande (7 centres) pour ces investissements.

Il est également à noter que la Chine et l'Inde constituent des marchés pharmaceutiques croissants (la Chine pourrait être le premier marché en 2050) et présentent une main-d'œuvre qualifiée à bas coût, qui sont autant de facteurs d'attractivité pour les centres de R & D : 60 000 docteurs en sciences de la vie sont formés chaque année en Inde. Les principales entreprises pharmaceutiques ont presque toutes implanté des centres de recherche dans ces pays depuis 2000. Néanmoins, ces implantations sont encore aujourd'hui limitées par l'insuffisant respect de la propriété intellectuelle dans ces pays⁴⁷.

La part de la R & D pharmaceutique exécutée en France par des filiales de groupes étrangers se situe dans la moyenne de l'ensemble de l'économie (tous secteurs confondus) à 28 % en 2005.

Le secteur pharmaceutique traverse une période de mutation marquée par une augmentation importante du coût de développement des médicaments.

Les dépenses de R & D des entreprises du secteur pharmaceutique ont été multipliées environ par trois entre 1990 et 2003, notamment en France...

L'industrie pharmaceutique est caractérisée par l'importance de ses activités de R & D, et donc de ses coûts afférents. Relativement peu intensif en capital physique par rapport à d'autres industries, ce secteur présente de fait une structure de coûts proche de celle, par exemple, de l'édition de logiciels : coûts fixes (de R & D) très importants et coûts variables assez faibles⁴⁸.

La difficulté des industriels à se différencier sur des produits fondés sur la même molécule et la relative faiblesse des barrières à l'entrée, qui rend les parts de marché des différents produits potentiellement contestables par de nouveaux entrants, rendent l'innovation centrale dans le modèle économique des entreprises du médicament. Ce secteur présente de fait l'une des intensités de R & D (27 % en 2002) les plus importantes de l'industrie manufacturière (7 % en moyenne), juste derrière l'industrie aéronautique et spatiale.

Toutefois si la place de la R & D et de l'innovation dans l'activité de l'industrie pharmaceutique est par nature très importante, par rapport à d'autres secteurs notamment, les montants engagés par les plus grands groupes atteignent aujourd'hui des niveaux jamais observés. Une étude d'Eurostat en 2006 indique par exemple que les quinze premières entreprises pharmaceutiques mondiales consacrent en moyenne 16 % de leur chiffre d'affaires à la R & D, soit entre 2 et 8 Md\$ chacune, pour un volume total de 59 Md\$.

Les dépenses de R & D dans le secteur pharmaceutique ont augmenté, dans presque tous les pays, à un rythme très soutenu depuis les années 1990 : ces dépenses ont été multipliées par 3 entre 1990 et 2003 en France, en Allemagne ou au Royaume-Uni et par 5,5 aux États-Unis⁴⁹.

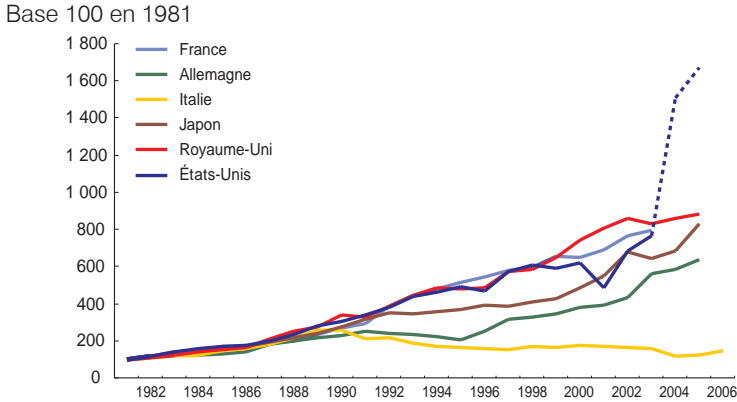
⁴⁷ À titre d'exemple, Novartis a perdu un procès intenté au gouvernement indien concernant l'anticancéreux Glivec, dont le brevet a été refusé par les autorités, affirmant qu'il n'était pas plus efficace que sa version précédente. Dans un tel cas de figure, l'entreprise innovante n'est pas protégée contre la diffusion géographique des connaissances nouvelles (mobilité de personnels, etc.) et rien n'empêche les entreprises concurrentes d'utiliser gratuitement l'ensemble de ces connaissances (voire le produit) en Inde pour leurs propres activités de recherche industrielle.

⁴⁸ Ceci implique notamment que la tarification généralisée des médicaments au coût marginal n'est pas possible dans ce secteur dans la mesure où elle ne couvrirait qu'une faible partie des coûts totaux, et donc désinciterait les dépenses de R & D, ce qui nuirait fortement à la collectivité.

⁴⁹ L'irrégularité de la courbe des États-Unis et notamment le « saut » observé en 2005 (dépense presque multipliée par deux en un an, représentée en pointillés sur le graphique) traduisent très probablement des ruptures dans la série de données (évolution du champ de dépenses considéré) ; aussi il convient de considérer l'évolution pour ce pays avec précaution.

L'association Pharmaceutical Research and Manufacturers of America (PhRMA) estime à 5 % le taux de croissance annuel moyen en volume des dépenses de R & D des entreprises américaines depuis le début des années 1980.

Évolution de la dépense de R & D des entreprises pharmaceutiques en parité de pouvoir d'achat

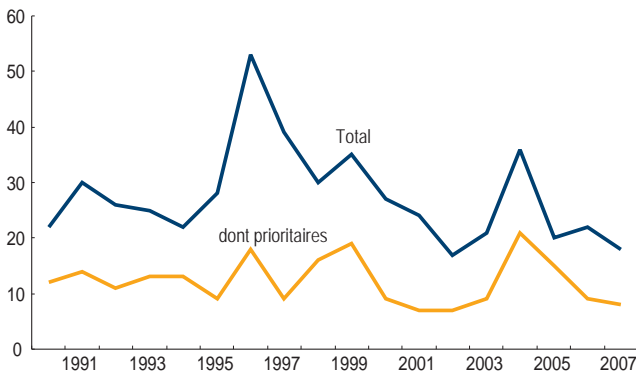


Source : Base STAN (OCDE)

...sans conduire à une augmentation des autorisations de mise sur le marché (AMM)...

L'augmentation importante des montants alloués à la R & D ne s'est pas traduite par une augmentation du nombre de nouveaux médicaments sur le marché. Aux États-Unis, le nombre de nouvelles molécules autorisées par la Food and Drug Administration (FDA) américaine est demeuré sensiblement constant entre 1990 et 2005 (le pic observé en 1996 s'expliquerait principalement par le vote d'une loi fédérale accélérant le processus d'autorisation⁵⁰), alors que dans le même temps les dépenses de R & D des entreprises pharmaceutiques étaient multipliées par 3 à 5. L'évolution du nombre de demandes d'autorisation suit, elle aussi, une tendance stable sur la même période.

Évolution du nombre annuel de nouvelles molécules autorisées par la FDA



Note : les molécules «prioritaires» sont celles qui reçoivent une AMM accélérée de la FDA en raison de leur potentiel thérapeutique supérieur

Source : Food drug administration (FDA)

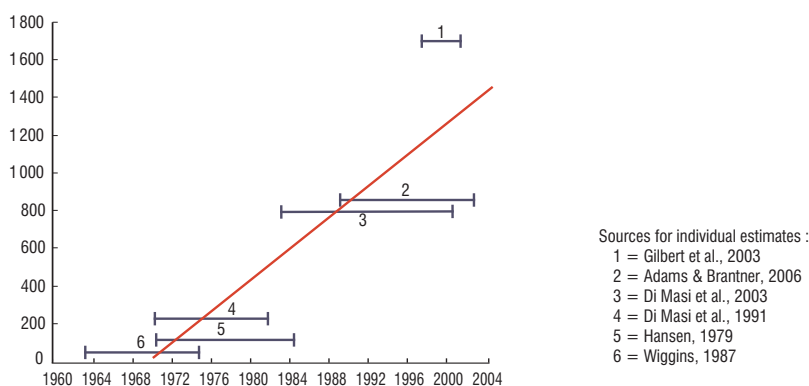
⁵⁰ CBO, *Research and Development in the Pharmaceutical Industry*, 2006.

...traduisant une hausse du coût moyen de développement des médicaments.

Sur des données de la période 1989-2002, Adams et Brantner (2006) estiment à 868 M\$ le montant moyen de dépenses de R & D engagées par molécule mise sur le marché, hors dépenses de marketing et de commercialisation (1,7 Md\$ en prenant ces coûts en compte). Les auteurs montrent que ce coût moyen varie sensiblement (de 500 M\$ à 2 Md\$) selon l'entreprise et la thérapie⁵¹. Cette évaluation révisé légèrement à la hausse l'estimation de référence de Di Masi *et al.* (2003) selon laquelle le coût total par médicament serait de 802 M\$⁵².

La représentation graphique des estimations de coûts des médicaments selon la période d'étude laisse penser que ce coût moyen a fortement augmenté depuis les années 1960. Di Masi estime à 7,4 % par an la croissance du coût de développement des médicaments en dollars constants (c'est-à-dire net de l'inflation).

Évolution des estimations de coûts de développement des médicaments (millions \$)



Lecture : sur des données de la période 1989-2002, Adams et Brantner estiment à 868 M\$ le montant moyen des dépenses de R & D par molécule mise sur le marché

Source : Datamonitor

On retient donc que, depuis au moins la deuxième partie des années 1980, le nombre d'innovations dans l'industrie pharmaceutique à effort de R & D donné diminue de façon généralisée (dans tous les pays). Il est intéressant de rapprocher ce résultat de ceux mis en évidence dans les parties précédentes, selon lesquels :

- le poids du secteur dans le PIB des économies industrielles croît de façon continue pour tous les pays ;
- l'intensité de R & D du secteur suit, elle, des évolutions très différenciées selon les pays : forte augmentation au Royaume-Uni, tendance baissière en France et aux États-Unis.

En première analyse, ces résultats suggèrent que l'augmentation du coût de développement des médicaments n'affecte pas substantiellement la rentabilité du secteur (relativement aux autres secteurs de l'économie), mais que les réponses à cette augmentation en termes de programmation de la R & D dans le secteur varient selon les pays.

⁵¹ Le coût peut être beaucoup moins important pour une molécule où la concurrence est faible, nécessitant moins de patients pour les essais cliniques.

⁵² Outre le coût des médicaments abandonnés en cours de développement, ces estimations prennent également en compte le coût du capital en considérant le retour sur investissement attendu par les investisseurs pour que ceux-ci choisissent d'investir dans la R & D pharmaceutique plutôt que dans un portefeuille financier présentant des risques équivalents.

La hausse du coût de la R & D dans l'industrie du médicament s'explique par un ensemble de facteurs parmi lesquels la complexité accrue des domaines de recherche, l'évolution des méthodes, le renforcement des réglementations et le transfert de la production de connaissances de la recherche publique vers la recherche privée.

La relative stabilisation (voire la diminution) du nombre de nouveaux médicaments innovants mis sur le marché chaque année, malgré l'augmentation continue des dépenses de R & D dans le secteur pharmaceutique, peut s'expliquer par plusieurs facteurs non exclusifs.

Tout d'abord, elle pourrait être liée à une difficulté croissante pour découvrir de nouvelles molécules dans les aires thérapeutiques déjà explorées. Selon plusieurs études⁵³, la diminution du nombre de nouveaux médicaments à dépenses constantes de R & D pourrait en effet être due à une chute du stock de découvertes potentielles ou à un accroissement de leur complexité, après les nombreuses innovations plus « simples » des années 1960 et 1970.

Par prolongement, les travaux de Di Masi montrent un changement dans la structure du coût des médicaments : la phase préclinique⁵⁴ serait devenue la moins coûteuse dans les années 2000, alors qu'elle était de loin la plus coûteuse jusqu'aux années 1990. L'augmentation du coût relatif de la phase clinique pourrait s'expliquer par le développement des thérapies pour les maladies chroniques ou les maladies dégénératives, dont les tests sont très longs donc très coûteux.

L'investissement des entreprises pharmaceutiques dans des domaines de recherche de plus en plus complexes (répondant à l'évolution de la demande de thérapies notamment contre les cancers, les maladies cardio-vasculaires et les maladies dégénératives) aurait pour effet de réduire la productivité apparente des dépenses engagées. L'augmentation du coût de la R & D traduirait alors, au moins en partie, un accroissement, difficilement quantifiable, de la qualité des traitements développés. Dans ce cas, la productivité de la R & D ne diminuerait pas nécessairement, la diminution du volume d'innovation à effort de R & D donné pouvant être compensée par une augmentation de la valeur moyenne des innovations.

L'augmentation du coût de développement des médicaments est probablement aussi liée à un changement structurel des méthodes de recherche. Ce changement proviendrait en grande partie de l'introduction de techniques de génétique moléculaire et de la découverte, en 1978, du premier inhibiteur de l'ECA (l'Enzyme de Conversion de l'Angiotensine), utilisé notamment dans le traitement de l'hypertension et de l'insuffisance cardiaque chronique, et dont le grand succès thérapeutique et économique aurait modifié le comportement des industriels. Il aurait notamment entraîné une sophistication du processus de découverte, lequel s'appuierait dorénavant sur un investissement massif dans les nouvelles technologies (chimie combinatoire, génomique, protéomique...), et dans des nouveaux processus de recherche plus complexes permettant le développement de nouveaux médicaments concernant des pathologies ne disposant actuellement d'aucun traitement efficace. Cette évolution participerait à l'augmentation du montant de dépenses de R & D par médicament.

Un autre facteur est le durcissement des réglementations, rendant de plus en plus difficile l'octroi d'AMM. L'augmentation du niveau d'exigence des autorités d'enregistrement, notamment dans la prise en compte des effets secondaires de façon plus exhaustive⁵⁵, contribue à l'accroissement des budgets de R & D.

Enfin, depuis une décision de la Cour Suprême américaine, en 1980, relative à la brevetabilité des organismes vivants, les molécules biologiques peuvent faire l'objet d'un brevet aux États-Unis. Cette modification a créé un marché pour la recherche fondamentale en biologie, en

⁵³ Notamment, Cockburn et Henderson (1996) et Scherer (1997).

⁵⁴ Nous tenons à la disposition du lecteur intéressé une fiche présentant le processus de mise au point d'un médicament.

⁵⁵ Voir Weinmann (2003).

conséquence de quoi les entreprises pharmaceutiques paient désormais souvent l'accès aux travaux de recherche fondamentale menés par des entreprises spécialisées, tandis que ce type de recherche était jusqu'alors principalement conduit dans le domaine public. Ces dépenses supplémentaires de recherche ont contribué à accroître le montant total des dépenses engagées dans le développement de nouveaux médicaments, alors même que le coût net de cette recherche pour la collectivité est demeuré inchangé⁵⁶.

L'augmentation du coût de développement des médicaments appelle des évolutions dans les modèles économiques des groupes pharmaceutiques.

La hausse continue du coût de développement des médicaments, qui traduit les difficultés croissantes qu'ont les entreprises pharmaceutiques à porter sur le marché de nouvelles molécules, a un impact fort sur le renouvellement des portefeuilles de médicaments. Jusqu'ici, selon Weinmann (2008), « le secteur pharmaceutique a été dominé par la culture du blockbuster », qui permettait l'amortissement des coûts de R & D et la rentabilité des entreprises. Si ce modèle demeure encore prégnant, il est aujourd'hui menacé. Par ailleurs, pour que la rentabilité de la recherche ne soit pas dégradée pour les entreprises pharmaceutiques, il faudrait que le revenu par molécule croisse de façon substantielle (approximativement au même rythme que les coûts).

S'agissant des réponses possibles à cet accroissement du coût de développement des médicaments, les entreprises peuvent être tentées de privilégier l'innovation de type incrémental, moins risquée et *a priori* moins coûteuse que l'innovation de rupture (mais ouverte à davantage de concurrence *a priori*), et de chercher à obtenir des brevets sur ces médicaments pour assurer des revenus. C'est dans une certaine mesure sur ce principe que se sont développés les médicaments me too pour faire face à la concurrence croissante des génériques.

Une autre évolution qui accompagne la hausse du coût de la recherche, en étant à la fois une cause et une réponse possible, est l'orientation de la R & D des entreprises vers des aires thérapeutiques jusqu'ici relativement peu exploitées (forte croissance des anticancéreux, de la recherche sur les maladies du métabolisme et sur les vaccins par exemple). En effet, la possibilité pour une entreprise de faire figure de pionnier lui permettrait de bénéficier d'un prix élevé auprès des autorités de régulation, donc de dégager des marges importantes⁵⁷ et d'assurer un certain rendement à son activité de R & D. Néanmoins, la recherche dans ces domaines est *a priori* plus ardue, plus coûteuse, et les AMM plus difficiles à obtenir que dans des aires thérapeutiques davantage explorées ; ce phénomène aurait donc tendance à renforcer l'augmentation du coût moyen de développement des médicaments. Une croissance de 1 % du marché potentiel d'une catégorie de médicaments engendrerait une croissance d'environ 4 % du nombre de nouveaux médicaments non génériques dans cette catégorie⁵⁸.

Enfin, on observe que les entreprises du secteur se sont tournées vers les biomédicaments (médicaments produits par des organismes ou composants d'organismes vivants, ou par la chimie de synthèse classique mais dont la conception fait intervenir des biotechnologies). Si le coût de ces technologies semble plus élevé, les taux d'attrition⁵⁹ seraient en revanche plus faibles dans ce domaine que dans la pharmacie « traditionnelle », ce qui augmenterait le nombre de molécules en phase finale, et accélérerait le retour sur investissement des dépenses de R & D (cf. *sous-partie infra sur la moindre spécialisation de la France dans le sous-secteur des biomédicaments*).

⁵⁶ Le fait de substituer le financement privé au financement public de la recherche fondamentale peut avoir un coût pour la collectivité si cela affecte la nature des projets menés, sinon cela constitue simplement un transfert.

⁵⁷ Merrill Lynch, *No near-term fix for pharma's pipeline gap*, septembre 2007.

⁵⁸ Voir Acemoglu et Linn (2004).

⁵⁹ Taux d'échec des molécules n'ayant pas pu être développées par suite de leurs effets secondaires. Ce taux serait en moyenne de 90 % dans l'ensemble du secteur.

En tout état de cause, quelle que soit l'évolution du volume de R & D dans le secteur pharmaceutique, une modification de la répartition des coûts est à attendre sous l'effet de l'augmentation des accords de licence (et des redevances correspondantes) entre entreprises pharmaceutiques et prestataires de R & D, en particulier dans les biotechnologies : ce qui était jusqu'ici dépensé au début du cycle de la recherche (phase préclinique, phase I et parfois II) le sera dorénavant pour développer (phase III et IV) et/ou acquérir une molécule donnée en licence. La répartition des coûts de R & D deviendra donc différente pour une entreprise, une plus large partie étant consacrée vers la fin du cycle de développement, et notamment sur la phase IV.

La France apparaît moins spécialisée que les États-Unis et le Royaume-Uni dans le sous-secteur des biomédicaments, dont le modèle d'innovation offre pourtant des perspectives de réduction du coût moyen de développement des médicaments⁶¹.

Du point de vue industriel, le modèle du biomédicament se fonde sur l'innovation de rupture, plus facilement menée par de petites entreprises de R & D flexibles.

L'analyse des tendances récentes en matière d'innovation traduit l'émergence d'un nouveau paradigme technologique. Au modèle des médicaments chimiques vient en effet s'ajouter celui des biomédicaments, aux caractéristiques propres.

Le raisonnement scientifique issu du paradigme chimique (celui de l'industrie « traditionnelle » du médicament) se fonde schématiquement sur une logique de « tâtonnement ». La découverte d'un médicament innovant est le résultat d'une procédure de tri de molécules sans nécessairement que la thématique de recherche soit fixée *a priori*. Le paradigme chimique présente le risque de buter progressivement sur ses propres limites scientifiques et de répondre moins efficacement aux pathologies nouvelles. Les médicaments qu'il conduit à mettre sur le marché participent le plus souvent à une simple amélioration qualitative ou quantitative par ajout, modification ou recombinaison des caractéristiques d'un produit déjà existant.

Ce modèle, de type incrémental, s'appuie de fait sur des économies d'échelle et conduit à une certaine concentration de la R & D pharmaceutique dans quelques grands laboratoires. Les avantages des grands laboratoires dans l'exploitation des méthodes de recherche chimique résident d'une part dans leur puissance financière et commerciale et d'autre part dans l'accumulation de leur expérience scientifique issue de la chimie.

Avec le développement des connaissances sur les mécanismes du vivant, les biotechnologies appliquées à la pharmacie ouvrent la voie à de nouvelles techniques de production de connaissances et de médicaments. La biotechnologie repose sur des principes scientifiques issus d'une logique de recherche plus déductive, formalisée et planifiée. Elle offre la possibilité d'intervenir non plus seulement sur les effets d'une pathologie mais aussi directement sur ses causes.

L'émergence de ce nouveau paradigme biopharmaceutique peut représenter une évolution importante dans la R & D pharmaceutique, conduisant à des innovations drastiques et présentant un fort intérêt thérapeutique pour des pathologies complexes comme le cancer, les maladies cardio-vasculaires, le sida ou encore la transplantation (selon le cabinet Arthur D. Little, 80 % des biomédicaments cibleraient des pathologies « représentant un fort besoin non satisfait »).

⁶⁰ Achat du droit de commercialisation du médicament.

⁶¹ Cette section reprend en partie l'étude de Chaumontet, Maitrier et Treibich, ENPC, « *Quelle est la performance de la recherche et développement de l'industrie pharmaceutique française ?* », rapport de projet de département, 2007.

Au contraire de la R & D incrémentale, le processus d'innovation de rupture peut être engagé par un tissu de petites entreprises dans le domaine des biotechnologies. Dans un contexte d'incertitudes technologique et commerciale, la flexibilité permet à ces PME de définir les premières applications des connaissances du vivant sur des niches pour lesquelles la chimie traditionnelle apparaît inappropriée. Leur structure légère et souple leur permet une meilleure réactivité face aux changements technologiques.

Le secteur des biomédicaments (10 % du marché mondial des médicaments) est dominé par les États-Unis et, dans une moindre mesure, par le Royaume-Uni.

Le développement des biomédicaments, engagé au début des années 1990, a été accéléré par l'arrivée à maturité des biotechnologies puis par l'adaptation de la législation à des rythmes différents suivant les pays. Les pays dont la législation est la plus souple et qui s'est adaptée le plus rapidement (les pays anglo-saxons) présentent aujourd'hui une réelle avance dans ce domaine. Au Royaume-Uni, dès 1990, la loi autorise la création d'embryons à des fins de R & D, et les lois de 2001 vont dans le même sens. Aux États-Unis, la législation très succincte en matière de biotechnologie donne une grande marge de manœuvre aux industriels. En France, il a fallu attendre 2005 pour que la loi s'assouplisse en faveur des biomédicaments⁶².

Le secteur des biomédicaments connaît une croissance importante (environ 15 % par an en moyenne selon le LEEM⁶³) pour un chiffre d'affaires mondial atteignant 71 Mds€ en 2007, soit environ 10 % du marché pharmaceutique mondial. Les 24 biomédicaments « blockbusters » représentaient 86 % du marché en valeur. Le marché américain est de loin le plus important pour ce secteur. En 2007, selon le LEEM, ce marché représentait 56 % du chiffre d'affaires dégagé par les biomédicaments dans le monde, devant le Royaume-Uni (7,5 %) et la France (6 %).

La production de biomédicaments est également largement dominée par les États-Unis. Les entreprises de biotechnologie installées aux États-Unis, dont le nombre est comparable à celui de l'ensemble de l'Europe (1 452 entreprises contre 1 621 en Europe en 2006⁶⁴), sont d'envergure bien plus importante (90 employés en moyenne contre 25). Cette plus forte activité induit, du point de vue commercial, un avantage comparatif des entreprises américaines. Amgen, commercialisant notamment la protéine de fusion Enbrel et l'hormone de croissance Aranesp, et Genentech (filiale de Roche), qui commercialise les anticorps Rituxan et Avastin, se partagent 42 % du marché mondial. 60 % des biomédicaments vendus en 2004 sur le marché français étaient produits par des entreprises américaines.

En Europe, 40 % des entreprises de biotechnologie cotées en bourse sont anglaises, alors que seulement 7 % sont françaises⁶⁵. Selon le LEEM, le Royaume-Uni aurait attiré 30 % des investissements européens dans le domaine des biotechnologies entre 2002 et 2004, contre 9 % pour la France. Néanmoins les effectifs de R & D dans le domaine des biotechnologies croissent en France, alors même que les effectifs de R & D de l'ensemble du secteur pharmaceutique se sont sensiblement stabilisés depuis 1995. En France⁶⁶, le secteur des biotechnologies, dans sa globalité, regroupait 473 entreprises en 2004, dont plus de la moitié appartenait au secteur pharmaceutique⁶⁷. Ces entreprises, pour l'essentiel très jeunes (les deux tiers ont moins de 5 ans), emploient environ 40 000 salariés. Les quatre premières de ces entreprises réalisent près de la moitié du chiffre d'affaires total du secteur.

⁶² La France a gardé une législation très conservatrice, pour au moins deux raisons : l'application du principe de précaution et des considérations éthiques. Le principe de précaution a été réaffirmé dans la Charte sur l'environnement incluse en 2004 au bloc constitutionnel.

⁶³ LEEM, *Bioproduction 2008, État des lieux et recommandations pour l'attractivité de la France*, octobre 2008.

⁶⁴ LEEM, *Les clefs de l'évolution des biotechnologies santé en France*, avril 2008.

⁶⁵ Alors que le LEEM souligne qu'au début des années 1990, la France était à la pointe de la recherche biomédicale, notamment concernant les thérapies cellulaires.

⁶⁶ Voir Pfister (2008).

⁶⁷ Les autres secteurs d'application sont notamment les industries agricoles et alimentaires, l'industrie chimique, la fabrication d'instruments médicaux, de précision, d'optique...

Les entreprises de biotechnologie en France investissent environ 1,1 Md€ en R & D (soit 4,6 % de la DIRDE). Les trois quarts de cet investissement sont consacrés à la recherche dans le secteur pharmaceutique : entre 2000 et 2004, le poids de cette branche de recherche a presque triplé. Face à cette croissance, et au regard de sa forte intensité de R & D (et donc du caractère risqué qu'il représente pour les investisseurs), le secteur rencontre des difficultés pour se développer en France. Selon le LEEM, les entreprises françaises de biomédicaments seraient sous-capitalisées : une capitalisation boursière 5 fois moindre qu'au Royaume-Uni et près de 100 fois moindre qu'aux États-Unis en 2006, avec un secteur du capital risque moins présent sur ce segment spécifique des biotechnologies appliquées à l'industrie pharmaceutique.

TABLEAU 4
Comparaison internationale concernant le secteur des biotechnologies

	États-Unis	Europe	Allemagne	France	Grande-Bretagne
Nombre de société cotées	336	156	22	11	63
Capitalisation boursière (en Mds\$)	392	62	4	4	22
Capitalisation boursière par entreprise cotée (en Mds\$)	1,17	0,40	0,18	0,36	0,35

Source : Ernst & Young, «beyond borders 2007», données 2006

En termes de soutien public, le budget alloué en France à la R & D dans les biotechnologies était de 22 M€ en 2005, tandis qu'il atteignait 70 M€ au Royaume-Uni⁶⁸.

La R & D dans le secteur des biomédicaments se caractérise par une « productivité » supérieure à celle de la pharmacie traditionnelle et moins dépendante des brevets déposés.

Par rapport à la recherche en pharmacie « traditionnelle », la R & D dans le domaine des biomédicaments demande des investissements plus lourds. Par ailleurs, le nombre de patients potentiellement concernés (donc le niveau de demande) est généralement inférieur. Néanmoins, selon le cabinet Arthur D. Little, le taux de succès des molécules issues des biotechnologies aux phases de test est de 18 %, contre 7 % pour les molécules chimiques traditionnelles. Malgré un investissement initial important, le moindre taux d'attrition dans le domaine des biotechnologies réduit fortement le coût moyen de développement d'un biomédicament par rapport à un médicament traditionnel.

En outre, contrairement à l'industrie traditionnelle du médicament, la valeur d'une entreprise de biomédicaments ne réside pas uniquement dans le produit final, c'est-à-dire la molécule et le brevet qui la protège. En effet, dans le modèle chimique traditionnel, une fois la composition de la molécule finale connue, il est assez facile pour une entreprise de la produire à son tour (d'où le développement des génériques). Il n'en est pas de même dans les biotechnologies : maîtriser le processus de fabrication d'un biomédicament s'avèrerait plus complexe. Pour preuve, les grands groupes pharmaceutiques montrent un intérêt de plus en plus important pour des *start up* de biotechnologie qui ne produisent pourtant pas de médicaments, mais qui maîtrisent une certaine technologie de production. Ainsi, Pfizer absorberait en moyenne une *start up* de biotechnologie toutes les deux semaines.

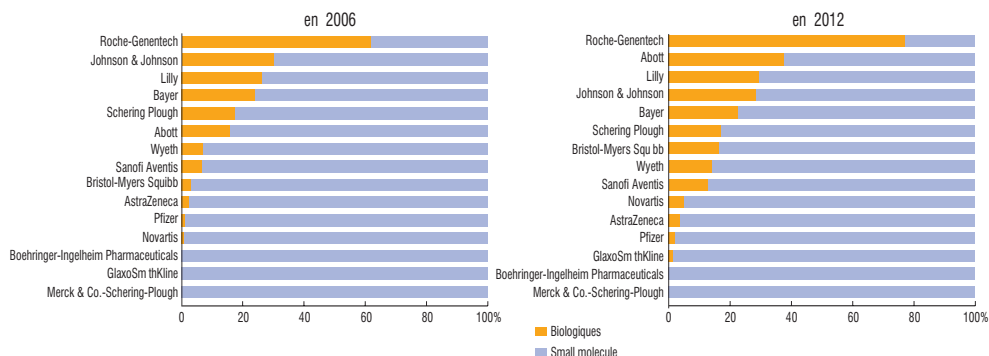
Enfin, le prix de vente des biomédicaments est aujourd'hui bien plus élevé que la moyenne (environ 100 € par boîte en France contre 7 € en moyenne pour l'ensemble des médicaments⁶⁹). Cela pourrait contribuer à expliquer le très fort développement du secteur malgré ses coûts faciaux élevés.

⁶⁸ *Les Échos*, « Dossier. Des cellules souches encore expérimentales. Le Royaume-Uni très libéral », avril 2007.

⁶⁹ Source : GERS. Panel de biomédicaments.

Dans ce nouveau contexte, les stratégies des grands laboratoires pharmaceutiques s'orientent vers des coopérations multiples avec les petites structures innovantes de biotechnologies. Ces coopérations sont aujourd'hui au cœur de la politique technologique des grands laboratoires. À titre d'exemple, le laboratoire suisse Roche a conclu plus de 80 contrats de partenariat depuis 1990, ce qui lui a permis d'élever la part des biomédicaments dans le chiffre d'affaires pharmaceutique du groupe à près de 70%.

Part des médicaments biologiques et des molécules chimiques traditionnelles dans les portefeuilles de produits des principales entreprises pharmaceutiques (hors vaccins)



Source : Datamonitor, MIDAS Sales Data, IMS Health, avril 2007

Les perspectives de croissance du marché mondial des biomédicaments sont importantes. Selon le LEEM, la part des biomédicaments dans le marché pharmaceutique devrait passer de 10 % en 2007 à environ 15 % en 2012 pour représenter un CA de 127 Md\$ (prévision de croissance annuelle du CA de 12,4 %). Toutefois, malgré la hausse importante de la part des médicaments biologiques, les molécules chimiques traditionnelles représenteront encore l'essentiel de la production pharmaceutique en 2012.

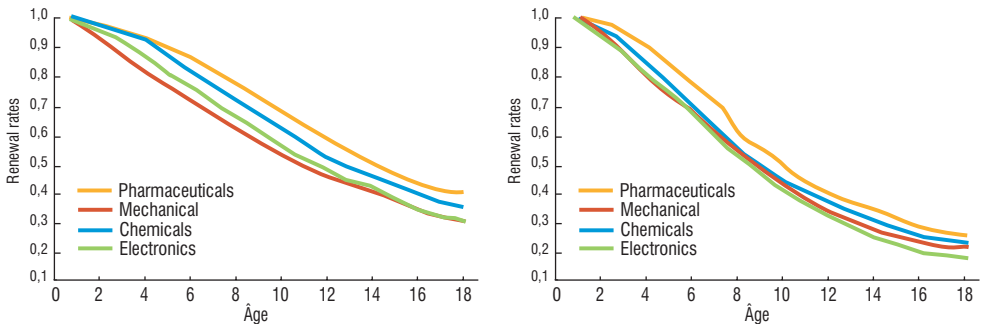
Le financement public direct de la recherche privée dans le secteur du médicament demeure relativement faible, mais un certain nombre de dispositifs mis en place ou réformés ces dernières années sont susceptibles de stimuler l'effort des entreprises et l'attractivité de la France dans ce domaine.

Parmi les différents outils de politique publique en faveur de l'innovation, la protection par les brevets est particulièrement efficace et utilisée dans l'industrie pharmaceutique.

Le brevet est un mode de protection particulièrement bien adapté au secteur pharmaceutique, dans la mesure où les technologies développées y sont très codifiées et relativement simples à protéger. Le brevet est un outil systématiquement utilisé par les entreprises pour protéger un médicament car son procédé de fabrication est souvent aisé à reproduire par les concurrents et son cycle de vie est long. Jacobzone (2000) explique d'ailleurs que le développement de l'industrie pharmaceutique dans certains pays a été fortement retardé faute de système de brevet performant. Les entreprises de l'industrie pharmaceutique dégagent l'essentiel de leurs revenus des médicaments sous brevets (80% du CA remboursable en officine est réalisé par des médicaments sous brevets).

Une étude de la Commission européenne (2006)⁷⁰ sur des données d'enquête relatives à 8 pays montre que l'industrie pharmaceutique est l'un des secteurs dans lesquels la valeur des brevets (c'est-à-dire le surcroît de valeur offert par la protection⁷¹, à ne pas confondre avec la valeur de l'invention sur laquelle porte le brevet) est la plus élevée⁷². La valeur moyenne d'un brevet y serait en effet de 5,2 M€ environ contre 3 M€ pour l'ensemble des secteurs, et la valeur médiane de 600 000 € contre 300 000 € tous secteurs confondus⁷³. Selon Cohen *et al.* (2000), l'industrie du médicament est celle où la proportion d'innovations de produits pour lesquelles le brevet est considéré comme un mode de protection efficace est la plus importante. Schankerman (1998) montre, quant à lui, que le secteur pharmaceutique est celui dans lequel les brevets sont maintenus le plus longtemps.

Taux de brevets maintenus en vigueur selon leur âge, par secteur, en France



Source : Schankerman (1998)

L'adoption de la *Hatch-Waxman Act* aux États-Unis en 1984 a renforcé la protection des brevets pour les médicaments innovants en prolongeant la durée légale du brevet, mais elle a affaibli la position des médicaments de marque sur le marché en facilitant l'entrée de concurrents génériques à l'expiration d'un brevet. Plusieurs études⁷⁴ montrent que l'effet net de ces mesures sur l'incitation à innover serait positif.

Néanmoins, du point de vue théorique, tout prolongement de la durée des brevets serait moins souhaitable qu'un raccourcissement du processus d'approbation des médicaments : l'allongement de la durée des brevets ajoute des recettes à la fin du cycle du produit, où la valeur actualisée du flux de revenu est faible, alors qu'un délai d'approbation réglementaire plus court augmenterait les recettes en début de cycle, améliorant de façon substantielle la valeur de l'innovation et stimulant d'autres innovations⁷⁵.

En Europe, l'AMM est délivrée, dans la plupart des cas⁷⁶, par la Commission européenne après expertise de l'EMA (*European Medicine Agency*). Dès lors que l'AMM est obtenue, l'accès au remboursement fait l'objet d'une procédure nationale.

⁷⁰ Commission Européenne, *Study on evaluating the knowledge economy. What are patents actually worth ? The value of patents for today's economy and society*, Tender n°MARKT/2004/09/E, juillet 2006.

⁷¹ Somme actualisée des profits retirés de l'invention brevetée nette de cette même somme en l'absence de brevets, mesurée comme le prix auquel l'inventeur serait prêt à vendre son brevet au moment où il lui est délivré.

⁷² Ce résultat confirme celui de l'étude de Levin *et al.* (1987).

⁷³ L'écart substantiel entre la valeur moyenne et la valeur médiane des brevets pharmaceutiques indique une très forte dispersion dans la valeur des brevets (par ailleurs observée pour tous les secteurs, avec un rapport de 1 à 10 relativement constant entre les deux indicateurs).

⁷⁴ Par exemple Grabowski et Vernon (1987).

⁷⁵ Voir Palo (2007).

⁷⁶ L'AFSSAPS ne délivre plus les AMM que pour les médicaments exclusivement commercialisés en France.

Dans le cadre de la procédure en faveur des médicaments innovants dite de « dépôt de prix », les délais de mise sur le marché sont réduits (la procédure aurait permis de diminuer d'environ de moitié les délais de mise sur le marché pour les produits en ayant bénéficié). Par ailleurs, plusieurs engagements ont été pris lors du dernier Conseil stratégique des industries de santé, en février 2007, afin de réduire ces délais (inscription plus rapide au bulletin officiel, procédure accélérée pour les vaccins...).

Le financement public de la R & D pharmaceutique privée, hors dispositifs fiscaux, demeure relativement faible en France.

Selon les chiffres du ministère de la recherche (2006), si l'industrie pharmaceutique représentait près de 14 % de la dépense intérieure de R & D des entreprises (DIRDE) en 2005, elle représentait moins de 2 % des financements publics de recherche alloués. Cet écart très important doit être nuancé par au moins deux points :

- la répartition sectorielle des financements publics est biaisée par la comptabilisation, à tort, des importantes avances remboursables accordées au secteur aéronautique (or une partie de ces avances est remboursée, et n'a donc pas de raison d'être prise en compte) : cette convention diminue artificiellement le pourcentage de financements publics reçus par les autres secteurs, dont l'industrie pharmaceutique ;
- les données du ministère de la recherche ne prennent pas en compte les aides publiques versées au secteur pharmaceutique par le biais du remboursement des médicaments (qui réduit fortement l'élasticité prix de la demande et permet théoriquement aux entreprises de vendre d'importants volumes en pratiquant des prix relativement élevés, même si dans les faits ceux-ci sont réglementés)⁷⁷.

Ces deux effets sont difficiles à quantifier.

Le secteur pharmaceutique bénéficie sensiblement du renforcement du crédit d'impôt recherche (CIR) et du dispositif de la jeune entreprise innovante (JEI).

- a) La réforme importante du CIR en 2008 devrait inciter les entreprises du secteur à augmenter leur effort de R & D et pourrait rendre le site France beaucoup plus attractif dans le choix de localisation des laboratoires de recherche.

Le CIR est le principal dispositif fiscal de soutien à la recherche privée en France⁷⁸. Cette mesure transversale, considérablement renforcée et simplifiée en loi de finances pour 2008⁷⁹, constitue, du point de vue de la théorie économique, la contrepartie publique aux externalités positives engendrées par les dépenses privées de R & D.

Selon le scénario retenu concernant l'effet d'entraînement du dispositif sur la dépense privée de recherche, le coût annuel du CIR pour l'État devrait être compris entre 4,6 et 5,1 Mds€ en 2013 (en euros constants 2005), soit un surcroît d'aides, par rapport au scénario sans réforme, compris entre 2,3 et 3,3 Mds€.

L'ensemble des entreprises du secteur pharmaceutique⁸⁰ bénéficie d'une augmentation sensible du soutien public puisque, à niveau constant de R & D déclarée (1 950 M€ en 2005⁸¹),

⁷⁷ En 2002, la sécurité sociale a assumé 76 % des dépenses de santé en France, les complémentaires santé 13 % et les ménages (donc les « consommateurs finaux ») seulement 11 %.

⁷⁸ Il s'agit, en montant, du premier dispositif de soutien à la R & D privée, tous modes de financement confondus.

⁷⁹ Le montant de CIR d'une entreprise est désormais égal à 30 % de ses dépenses de R & D pour les 100 premiers millions d'euros de R & D (majoré à 50 % l'année d'entrée dans le dispositif, et à 40 % la deuxième année), auxquels s'ajoutent 5 % des dépenses engagées au-delà de 100 M€.

⁸⁰ Entreprises effectuant leur R & D dans le secteur pharmaceutique (codes NAF 244 A, C et D).

⁸¹ Ce montant est bien inférieur à la DIRDE pharmaceutique (de l'ordre de 3,1 Mds€ en 2005) car, d'une part, toutes les entreprises ne sollicitent pas le CIR, et d'autre part, jusqu'en 2007, le CIR était plafonné, si bien que les entreprises atteignant ce plafond avaient tendance à ne déclarer, pour le CIR, que le montant de dépenses de R & D leur permettant de percevoir le montant maximal de crédit d'impôt (phénomène important de sous-déclaration).

le montant de CIR versé aux entreprises du secteur pharmaceutique serait plus que doublé : environ 500 M€ après la réforme, contre 240 M€ précédemment.

La mesure devrait inciter les entreprises à augmenter leur effort de R & D et pourrait rendre le site France beaucoup plus attractif dans le choix de localisation des laboratoires de recherche. En proposant en outre aux entreprises qui sollicitent le CIR pour la première fois de bénéficier d'un crédit d'impôt de 50 % l'année de leur entrée dans le dispositif, la réforme assure que les entreprises nouvelles ne seront pas lésées par rapport au dispositif jusqu'ici en vigueur (fondé en partie sur l'augmentation des dépenses de R & D, et donc *a priori* favorable aux jeunes entreprises en phase de croissance).

b) Les jeunes entreprises pharmaceutiques, notamment spécialisées en biotechnologie, sont particulièrement soutenues par le dispositif de la JEI.

Les PME indépendantes de moins de 8 ans, dont l'effort de R & D représente au moins 15% des charges fiscalement déductibles, bénéficient du statut de la JEI. Le dispositif, mis en place en 2004, ouvre droit à des allègements de charges sociales patronales et à des avantages fiscaux (notamment exonérations d'impôt sur les bénéfices et d'imposition forfaitaire annuelle).

Sur les 1 721 entreprises ayant bénéficié d'allègements sociaux au titre du dispositif JEI en 2006, 252 (15 %) appartenaient au secteur d'activité « R & D en sciences physiques et naturelles » composé essentiellement d'entreprises de biotechnologie. Si l'on ajoute les entreprises de R & D pharmaceutiques appartenant à d'autres secteurs (« industries des biens de consommation » notamment), le poids du secteur dans l'ensemble des bénéficiaires des aides au JEI est particulièrement important, ce qui s'explique par le caractère très sélectif des critères d'éligibilité appliqués (notamment un seuil minimal de dépenses de R & D à hauteur de 15 % des charges totales de l'entreprise).

Une première étude⁸² semble confirmer l'existence d'un effet d'entraînement des aides accordées aux JEI sur l'effort de R & D de ces entreprises. Si l'efficacité de ce dispositif était confirmée, la politique en faveur des JEI pourrait être renforcée, par exemple par un aménagement consistant à étendre la durée de l'aide pour le secteur pharmaceutique, au regard des durées de développement des molécules.

Ce dispositif apparaît en effet à même de stimuler l'émergence et le développement d'entreprises très intenses en R & D, en particulier dans le secteur des biotechnologies où la France présente aujourd'hui relativement peu d'entreprises (*cf. sous-partie supra sur la moindre spécialisation de la France dans le secteur des biomédicaments*). Il agit en outre, sous forme de « label », comme un signal adressé aux fonds de capital-investissement, indiquant des entreprises à fort potentiel de croissance, qui bénéficient de surcroît d'un soutien public. Le dispositif JEI constitue ainsi un complément aux aides publiques au capital-risque, dont l'importance a crû depuis 3 ans, et qui stimulent en particulier le financement des projets de biotechnologies.

Un tel mode de soutien à ce secteur apparaît préférable, du point de vue économique, à des aides directement ciblées sur les entreprises de biotechnologie, susceptibles de créer des distorsions de concurrence entre entreprises et entre secteurs.

Les pôles de compétitivité permettent de stimuler les partenariats public-privé dans un secteur où les entreprises ont une forte propension à collaborer avec les organismes publics de recherche.

La politique des pôles de compétitivité, lancée en 2005, vise à stimuler les coopérations entre les différents acteurs de la recherche et de l'innovation (entreprises, centres de recherche publics

⁸² Lelarge (2008).

et privés et organismes de formation). Des aides, notamment fiscales, et des financements publics sont accordés, après évaluation, à des projets de recherche et d'innovation menés dans le cadre de ces pôles d'excellence. Fin 2008, 71 pôles de compétitivité ont été labellisés, dont 7 pôles dits « mondiaux » et 10 dits « à vocation mondiale ».

8 pôles de compétitivité (2 mondiaux, 1 à vocation mondiale, 5 nationaux) sont spécialisés dans le secteur de la santé. Ils concentrent environ 460 établissements et 40 000 emplois dont 22 % dans des PME. En 2006, les aides publiques aux projets collaboratifs développés dans ces pôles se sont élevées à environ 65 M€ par le fonds unique interministériel (FUI), les collectivités territoriales, Oséo, l'agence nationale pour la recherche (ANR) et l'agence de l'innovation industrielle (All) (intégrée depuis à Oséo).

Pfister et Dhont (2008) montrent que le secteur de la pharmacie, parfumerie et entretien serait celui dans lequel la propension des entreprises innovantes à collaborer avec des organismes publics de recherche ou des universités serait la plus importante : 34 %, contre 24 % dans la production de TIC ou 23 % dans la construction navale, aéronautique et ferroviaire. Du reste, l'étude montre que les entreprises du secteur pharmaceutique ont également de fortes propensions à nouer d'autres types de collaborations en matière d'activité d'innovation, que ce soit par exemple avec des organismes privés de R & D (33 %) ou avec leurs clients (29 %).

Si aucune évaluation de l'efficacité de la politique des pôles de compétitivité n'est disponible à ce jour (en raison notamment de la relative jeunesse du dispositif), on peut penser que le secteur de l'industrie pharmaceutique fait partie de ceux pour lesquels le soutien aux partenariats de recherche publics-privés a le plus de sens. En particulier, si une réflexion était menée sur une révision à la baisse du nombre de pôles (afin d'éviter un saupoudrage des aides et d'améliorer la lisibilité du dispositif par exemple), ceux consacrés au domaine de la santé pourraient être conservés prioritairement.

Le domaine « biologie-santé » est un axe majeur d'intervention de l'agence nationale pour la recherche (ANR), ce qui pourrait avoir un effet d'entraînement sur la recherche privée.

L'ANR est une agence de moyens, chargée de l'évaluation et de la sélection des projets de recherche publique, qu'elle finance partiellement ou en totalité. L'organisme s'adresse également aux entreprises dans la mesure où les financements accordés visent à favoriser les partenariats entre laboratoires publics et privés. En 2008, le budget de l'ANR s'élève à 855 M€ dont 685 M€ consacrés au financement des projets de recherche.

Le domaine « Biologie et Santé » est l'un des cinq axes thématiques d'intervention de l'agence (budget de 477 M€ sur la période 2005-2008, soit 25 % du budget « thématique »). 400 projets dans le domaine « Biologie et Santé » ont été soutenus en 2006. Ces projets concernent un éventail de plus en plus large de pathologies (chroniques et maladies émergentes).

Les recherches sont, dans la plupart des cas, pluridisciplinaires (aux interfaces de la physique, de la chimie, de la biologie, de l'informatique, des mathématiques et de la médecine). Au niveau international, l'agence participe aux projets européens ERA-NETS « Eurotransbio » et « Pathogenomics ». Par ailleurs, l'ANR participe au financement des programmes de recherche de l'Institut National du Cancer (à hauteur de 40 M€ en 2006).

Cockburn et Henderson (1996) montrent que la recherche publique dans le secteur pharmaceutique exercerait un effet de levier sur la productivité de la recherche privée et améliorerait sa qualité. Ce résultat laisse penser que les financements publics accordés par l'ANR dans ce secteur pourraient exercer un effet d'entraînement sur l'effort d'innovation des entreprises. Aucune évaluation de cet effet n'est aujourd'hui disponible.

■ Conclusion

L'industrie du médicament occupe une place de plus en plus importante dans l'industrie française. La croissance du chiffre d'affaires du secteur (+ 5 % en rythme annualisé ces 5 dernières années) est essentiellement soutenue par la consommation de médicaments récents et chers. Parmi ces nouveaux traitements, seule une légère majorité correspond à de réelles innovations thérapeutiques (les autres n'étant souvent que des sophistications de traitements existants). Il s'agit principalement de médicaments de spécialités destinés aux pathologies lourdes (cancer, sida, polyarthrite rhumatoïde...).

Par ailleurs, le développement du marché des génériques accuse aujourd'hui un certain retard par rapport aux principaux autres pays industriels, en raison notamment du prix trop élevé des génériques, d'une protection excessive des innovations mineures, et d'une trop faible propension des professionnels de la santé à substituer les génériques aux princeps. Ce phénomène a des conséquences négatives sur l'efficacité des fonds publics, sans avoir théoriquement d'effet positif important sur l'incitation à innover des entreprises pharmaceutiques. Il apparaîtrait souhaitable de diminuer encore davantage le prix des médicaments génériques au sein du répertoire, de limiter encore plus fortement la mise sur le marché des me-too et d'obtenir un taux de prescription en dénomination commune internationale plus important de la part des médecins.

Parallèlement, l'industrie pharmaceutique fait face, en France comme ailleurs, à une hausse structurelle du coût de sa R & D, liée à différents facteurs comme la complexification des domaines de recherche, l'évolution des méthodes ou le durcissement des réglementations. Cette tendance, dans un contexte de compression des parts de marché des médicaments princeps au profit des génériques, remet profondément en cause le modèle économique « traditionnel » des industriels du médicament.

Les biomédicaments, issus des biotechnologies, constituent une réponse à l'augmentation continue du coût de développement des médicaments en pharmacie traditionnelle. Le moindre taux d'attrition des molécules fait en effet plus que compenser l'investissement initial supérieur par rapport aux méthodes traditionnelles. La part de marché des biomédicaments croît à un rythme élevé et le secteur se développe rapidement, en particulier dans les pays anglo-saxons où l'importance de l'industrie du capital-risque favorise l'émergence de jeunes entreprises très intenses en R & D.

La France présente aujourd'hui une intensité de R & D moyenne et décroissante dans l'industrie pharmaceutique, secteur dans lequel elle est historiquement spécialisée. Son attractivité pourrait par ailleurs être dégradée par une législation assez conservatrice vis-à-vis des sciences du vivant, donc moins favorable qu'ailleurs au développement des biotechnologies, et par une offre de capital-investissement moindre. Un certain nombre de politiques publiques ont toutefois été engagées ou renforcées en faveur de l'innovation (aides fiscales, coopération public-privé, etc.). Elles pourraient assez massivement profiter aux entreprises du médicament et préserver l'attractivité du site France pour les laboratoires de recherche du secteur de la pharmacie traditionnelle, voire des biotechnologies. Les laboratoires bénéficiant de ces aides publiques voient le coût de développement de leurs nouvelles molécules très nettement abaissé (de 30 % grâce au seul CIR). Il convient de s'assurer d'une cohérence et d'un juste équilibre économique entre cette politique et celle visant à assurer un certain niveau de revenus aux entreprises du secteur (*via* la durée des brevets et la régulation prix-volume), afin de limiter les rentes injustifiées tout en incitant les entreprises à innover.

Bibliographie

- Acemoglu, Linn, « Market size in innovation : theory and evidence from the pharmaceutical industry », *Quarterly Journal of Economics*, 2004.
- Adams, Brantner, « Estimating The Cost Of New Drug Development : Is It Really \$802 Million ? », *Health Affairs* 25, 2006.
- Cabinet Arthur D. Little, « L'emploi dans l'industrie pharmaceutique en France : facteurs d'évolution et impact à 10 ans », 2007.
- Cabinet EulerHermès, « La pharmacie mondiale : une restructuration en marche », 2008.
- Cabinet IMS Health, « New Market Segmentation », 2005.
- Cabinet JNB-Développement, « Industrie pharmaceutique : innovation et économie du secteur - élément de réflexion », 2003.
- Caisse Nationale de l'Assurance Maladie, « Consommation et dépenses de médicaments : comparaisons des pratiques françaises et européennes », octobre 2007.
- Caisse Nationale de l'Assurance Maladie, « Dépenses de médicaments en 2007 : quels sont les principaux moteurs de la croissance ? », mars 2008.
- Cavalié, « Is therapeutic Innovation Responsible for the Increase in Drug Expenditure ? », *The European Journal of Health Economics*, 2003.
- Chaumontet, Maitrier, Treibich, « Quelle est la performance de la recherche et développement de l'industrie pharmaceutique française ? », *rapport de projet de département*, ENPC, 2007.
- Cockburn, Henderson, « Scale, Scope and Spillovers : The determinants of Research Productivity in Ethical Drug Discovery », *Rand Journal of Economics*, 1996.
- Cohen, Nelson, Walsh, « Protecting their intellectual assets : appropriability conditions and why US manufacturing firms patent (or not) ? », *Working paper 7552*, NBER, 2000.
- Commission Européenne, « Study on evaluating the knowledge economy. What are patents actually worth? The value of patents for today's economy and society », *Tender n° MARKT/2004/09/E*, juillet 2006.
- Congressional Budget Office, « Research and Development in the Pharmaceutical Industry », octobre 2006.
- Department of Health, United Kingdom, « Pharmaceutical Price Regulation Scheme : Ninth Report to Parliament », 2006.
- Di Masi, Hansen, Grabowski, « The price of innovation : new estimates of drug development costs », *Journal of Health Economics* 22, 2003.
- Grabowski, Vernon, « Pioneers, Imitators, and Generics - A Simulation Model of Schumpeterian Competition », *Quarterly Journal of Economics*, 1987, vol. 102, no 3, p. 491-525.
- Guannd B., Moreau A., Plateau C., Viatte R., « L'industrie pharmaceutique : sur les chemins difficiles de l'internationalisation », *Sessi*, 44 pages, avril 2003.

Inspection Générale des Affaires Sociales, « L'information des médecins généralistes sur le médicament », septembre 2007.

Jacobzone, « Pharmaceutical Policies in OECD Countries : Reconciling Social and Industrial Goals », *Document hors série no 40*, Marché du travail et politique sociale, Direction de l'éducation, de l'emploi, du travail et des affaires sociales, OCDE, 2000.

LEEM, « Bioproduction 2008, état des lieux et recommandations pour l'attractivité de la France », octobre 2008.

LEEM, « Les clefs de l'évolution des biotechnologies santé en France », avril 2008.

Delarge C., « Le dispositif Jeunes Entreprises Innovantes, premiers éléments d'évaluation à très court terme », Sessi, 2008.

Levin, Klevorick, Nelson RR., Winter SG., « Appropriating the returns from industrial R & D », *Brooking Papers on Economic Activity* 14, 1987.

Merrill Lynch, *No near-term fix for pharma's pipeline gap*, septembre 2007.

La Mutualité Française, *Le médicament : memento 2007*, juin 2007.

Palo, « Pharma 2020 : la vision - quelle voie prendrez-vous ? », *PricewaterhouseCoopers*, 2007.

Pfister, « La recherche en biotechnologies des entreprises implantées en France 2000-2004 », 2008.

Pfister et Dhont, « Les coopérations public-privé pour innover en France », *note d'information* 08-15, DEPP, 2008.

De Rassenflosse et van Pottelsberghe de la Potterie, « Research productivity vs. Patent practices : a policy insight into the R & D-patent relationship », 2007.

Reiffen, Ward, « Generic drug industry dynamics », *The Review of Economics and Statistics*, 2005.

Schankerman, « How valuable is patent protection ? Estimates by technology field », *the RAND Journal of Economics*, 1998, vol 29, n°1.

Scherer, « The Pharmaceutical Industry », *Handbook of Health Economics*, 1997.

Weinmann, « La globalisation des leaders pharmaceutiques », *Observatoire des stratégies industrielles*, 2005.

Weinmann, « Les groupes pharmaceutiques mondiaux « moyens » : quelles alternatives ? », *Observatoire des stratégies industrielles*, 2003.

Weinmann, « R & D des compagnies pharmaceutiques : ruptures et mutations », *Observatoire des stratégies industrielles*, janvier 2008.

Deuxième partie

Innovation et coopérations

- 2-1 Relations scientifiques et innovation dans les entreprises :
une comparaison France/Allemagne 104
- 2-2 Appropriation de l'innovation et coopération des firmes
françaises : une étude empirique sur les données de CIS3 . 122
- 2-3 La production de publications et de brevets
dans les collaborations de recherche public-privé :
nouveaux résultats empiriques sur données françaises 146

Partenariats public/privé et innovation dans les entreprises : une comparaison France/Allemagne

Stéphane Robin¹
Torben Schubert²

Résumé

Nous examinons l'impact des coopérations avec la recherche publique sur les activités innovantes des entreprises en France et en Allemagne. Nous estimons une fonction de production d'innovation par un modèle Heckit dans lequel l'indicateur de coopération est traité comme potentiellement endogène. Le modèle est estimé sur les données de l'enquête communautaire sur l'innovation CIS4. En l'absence de prise en compte de l'endogénéité, nous trouvons, dans les deux pays, un effet positif des coopérations sur l'intensité d'innovation. Cet effet serait plus fort en Allemagne qu'en France : la coopération avec un laboratoire public augmenterait de 7 % en moyenne la part des ventes innovantes pour les entreprises allemandes, contre 2 % seulement pour les entreprises françaises. Ces valeurs doivent cependant être considérées comme des bornes supérieures en raison du biais d'endogénéité, dont l'ampleur est difficile à quantifier précisément faute d'instruments suffisamment forts.

¹ BETA – Université Louis Pasteur Strasbourg 1 (robin@cournot.u-strasbg.fr)

² Fraunhofer-ISI (torben.schubert@isi.fraunhofer.de) et Université de Karlsruhe (schubert@iww.uni-karlsruhe.de)

■ Introduction

La période récente est marquée par une certaine convergence, dans les pays européens, entre la politique industrielle d'une part et la politique scientifique de l'autre. Du côté de la politique scientifique, les établissements d'enseignement supérieur et de recherche sont incités à adopter une logique de fonctionnement plus « marchande », par exemple en commercialisant le produit de leurs recherches et/ou en déposant des brevets. Parmi les activités relevant de cette logique peuvent encore être cités la création d'entreprises par des chercheurs (encouragée en France par la loi sur l'innovation et la recherche du 12 juillet 1999) ou le développement de contrats de recherche avec des entreprises privées. L'ensemble de ces activités est souvent désigné comme relevant de la « troisième mission » de l'université (Etzkowitz, Leydesdorff, 2000) : accélérer la diffusion des connaissances vers l'industrie, contribuer à l'innovation et *in fine* à la croissance économique dans les économies « basées sur la connaissance ».

Du côté de la politique industrielle, les entreprises européennes sont incitées à accroître leurs investissements en R & D et à développer leur activités innovantes, notamment en s'engageant dans des partenariats de recherche. En Europe, les programmes cadres pour la R & D (PCRD) constituent le principal outil de politique industrielle pour favoriser l'émergence de tels partenariats (Hagedoorn *et al.*, 2000). L'objectif des PCRD est en effet d'encourager les partenariats de recherche non seulement entre les entreprises, mais aussi entre les entreprises et les établissements publics de recherche (universités, notamment).

Cette convergence entre politique scientifique et politique industrielle a donc favorisé l'essor, dans les deux dernières décennies, des collaborations³ entre universités et entreprises à des fins de recherche. En dépit de ce contexte favorable, un tel essor ne serait pas possible si les acteurs économiques concernés n'y trouvaient pas un intérêt. Pour les entreprises, le principal intérêt de ces partenariats est l'acquisition de savoir-faire technologiques, qui pourront être mobilisés à des fins diverses (Hagedoorn *et al.*, 2000) : diversification horizontale (création de nouvelles lignes de produits), intégration verticale d'activités de production, ou encore possibilité de distancer la concurrence. Pour les universités et les laboratoires publics, le principal intérêt est la source de revenu supplémentaire que constituent ces partenariats. Un certain nombre d'études (par exemple : Etzkowitz, 1998 ; Feller, 1990) se sont interrogées sur les conséquences, pour les activités académiques « traditionnelles » (enseignement et recherche fondamentale), d'un rapprochement entre universités et industries.

En revanche, peu d'études ont cherché à évaluer l'effet des collaborations universités – entreprises sur l'activité innovante de ces dernières. Les travaux empiriques en économie industrielle se surtout sont focalisés sur les coopérations en R & D entre des entreprises (Link, Bauer, 1989 ; Scott, 1996)⁴, en montrant que ces coopérations tendent à stimuler les activités de recherche menées en interne. Néanmoins, les coopérations université – industrie sont d'une nature différente, dans la mesure où les partenaires n'ont pas forcément les mêmes priorités et ne parlent pas toujours le même langage : la culture du monde de la recherche n'est pas celle du monde de l'entreprise. Les partenariats université – industrie pourraient donc se heurter à des difficultés spécifiques, liées par exemple à une incompréhension mutuelle, et déboucher sur des échecs.

Cette question mérite donc d'être examinée de manière plus systématique, car elle a d'importantes implications en termes de politique économique : si les collaborations avec la recherche publique académique stimulent l'activité innovante des entreprises (et/ou leur

³ Dans la suite de ce travail, nous utiliserons indifféremment les termes « collaborations » et « partenariats ».

⁴ Une des exceptions recensées est Motohashi (2004), qui examine les coopérations universités – entreprises au Japon, et conclut à un impact positif sur la productivité des jeunes PME innovantes.

productivité) alors les politiques mentionnées plus haut ont une utilité avérée. Il ne reste plus alors, pour qui voudrait conduire une évaluation économique de ces politiques, qu'à se livrer à une analyse de leurs coûts au regard de leurs bénéfices pour l'économie et la société. En revanche, si l'impact des collaborations universités – entreprises sur l'activité de ces dernières se révélait nul (ou pire, néfaste), alors des instruments politiques comme les PCRD européens pourraient apparaître comme des outils aussi coûteux qu'inutiles.

Le présent travail se propose de contribuer à répondre à cette question, en examinant l'impact des collaborations universités – entreprises sur la propension à innover de ces dernières, dans une perspective de comparaisons internationales. Pour ce faire, nous nous livrons à l'estimation économétrique d'une « fonction de production d'innovation » dans deux pays européens : l'Allemagne et la France, en nous appuyant sur la dernière vague de l'enquête communautaire sur l'innovation (CIS4). Notre contribution est organisée comme suit : une première section souligne la pertinence et la faisabilité de la comparaison, et présente les données utilisées. La seconde section décrit le modèle économétrique et le choix des variables. Les résultats sont commentés dans une troisième section, et nous concluons dans une dernière section.

■ Faisabilité de la comparaison et sources statistiques

Pour qui veut examiner les relations université – industrie dans le contexte européen, l'intérêt d'une comparaison France/Allemagne est assez évident : en premier lieu, l'Allemagne et la France sont, historiquement, au cœur de la construction de l'espace économique européen. La France et l'Allemagne sont, à l'échelle européennes, deux grandes économies (par opposition à de petites économies ouvertes comme les Pays-Bas ou le Danemark) qui font face actuellement à des difficultés similaires (ralentissement de la croissance, chômage, etc.). Elles sont aussi (avec le Royaume-Uni et l'Italie) parmi les quatre pays européens qui investissent le plus en R & D, en termes absolus (Hagedoorn *et al.*, 2000). La France et l'Allemagne partagent également certaines similitudes sur le plan intellectuel : elles personnalisent la pensée dite « continentale », héritière des Lumières, par opposition à la pensée dite « anglo-saxonne ». Enfin, le fonctionnement du monde académique, et en particulier la gestion des carrières scientifiques, s'y démarque du modèle international (dérivé de celui des pays anglophones) régi par le principe de l'évaluation et du *up or out* (« avancement ou sortie »).

Toutes ces similitudes donnent à penser, *a priori*, que les collaborations université – industrie sont mues par les mêmes enjeux dans les deux pays, et risquent également d'y rencontrer les mêmes difficultés. Toutefois, en dépit de ces similitudes, Hagedoorn *et al.* (2000) soulignent certaines différences fondamentales dans la mise en œuvre des politiques scientifiques. En France, la mise en œuvre de ces politiques s'exprime plutôt en termes de « missions » (comme la « troisième mission » des universités évoquée dans l'introduction), promulguées par un État central traditionnellement fort. En Allemagne, elle est davantage orientée vers la diffusion des connaissances scientifiques et technologiques, et s'inscrit dans une tradition de décentralisation où les Länder bénéficient d'une grande autonomie.

Il n'est donc pas étonnant de constater que l'organisation des dispositifs d'incitation aux collaborations science – industrie diffère dans les deux pays. En Allemagne, la politique scientifique relève de la compétence des Länder, y compris en matière de transfert de technologies. Les dispositifs incitatifs y présentent donc une grande variété de formes, dont la présentation détaillée sortirait du cadre de la présente étude. Dans un souci de concision, nous nous limiterons à la présentation des dispositifs communs à la (quasi) totalité des Länder. Parmi ces dispositifs, les plus importants sont les bureaux de transfert de technologie (*Technologie transferstelle*), dédiés à la création et au renforcement des contacts entre universités et entreprises.

Chaque université allemande dispose ainsi d'un bureau de transfert de technologie. Toutefois, ces organismes n'ont en général que des effectifs réduits (deux à trois employés), ce qui peut limiter leur capacité d'action.

Par ailleurs, pour inciter les équipes universitaires à s'engager dans des partenariats, plusieurs Länder autorisent désormais les universités à conserver les surplus financiers générés par les partenariats avec le secteur privé. Ce surplus financier peut être utilisé par les laboratoires de la manière qu'ils jugent la plus utile à leur activité (achat de matériel, embauche de personnel contractuel, etc.). Néanmoins, ces divers dispositifs ne semblent pas avoir donné toute satisfaction, car le gouvernement fédéral est récemment intervenu en créant le « Bonus de Recherche ». Il s'agit d'une mesure temporaire, destinée à fournir des incitations supplémentaires à la coopération entre les universités et les entreprises (en particulier les PME). Les organisations désirant s'engager dans un partenariat de recherche public – privé peuvent demander ce bonus, qui vient s'ajouter au montant du contrat. S'il est attribué (après examen du projet de recherche), il peut s'élever jusqu'à 25 % de la valeur initiale du contrat de recherche, jusqu'à un maximum de 100 000 €.

En France, le principal outil favorisant la valorisation de la recherche publique est la loi du 12 juillet 1999 sur l'innovation et la recherche. Cette loi comprend un volet dédié explicitement à la coopération entre la recherche publique et les entreprises⁵. Ce volet permet notamment aux établissements publics à caractère scientifique (comme le CNRS) de créer des « services d'activités industrielles et commerciales » (SAIC) afin de gérer leurs contrats de recherche, et en particulier ceux impliquant des entreprises. Ces services peuvent également gérer les activités de prestations de service.

Dans la période récente (postérieure à celle considérée dans la présente étude), un certain nombre de dispositifs sont venus compléter la loi du 12 juillet 1999. Ainsi, depuis 2006, l'agence nationale de la recherche (ANR) peut apporter son soutien financier aux projets de recherche menés en partenariat par des établissements publics et des entreprises. Ce soutien privilégie des domaines de recherche stratégiques où l'effort de recherche privé est jugé insuffisant (nanotechnologies, par exemple). Le dispositif des pôles de compétitivité vise, quant à lui, à favoriser les coopérations scientifiques au niveau régional, en regroupant sur un même territoire des universités, des organismes publics de recherche, et des entreprises. Les incitations prennent notamment la forme de déductions fiscales accordées aux entreprises implantées dans un pôle. Enfin, l'un des objectifs de la création, en 2005, de l'établissement public Oséo⁶ était de favoriser les collaborations entre PME et laboratoires publics de recherche, en intervenant au niveau régional⁷. Nous invitons le lecteur désireux d'obtenir plus de détails sur l'ensemble de ces dispositifs à se référer au rapport de l'IGF (2007).

Ces quelques observations dessinent deux tendances inverses en Allemagne et en France. En Allemagne, le développement des collaborations université – industrie repose essentiellement sur des politiques locales. Toutefois, la question de la nécessité d'une plus grande intervention de l'État fédéral s'est posée récemment. En France, la volonté d'encourager les partenariats en science s'est appuyée, pendant la dernière décennie, sur un outil centralisé. Toutefois, les pouvoirs publics ont pris conscience, plus récemment, de la nécessité de laisser un plus grande

⁵ Les deux autres volets de la loi portent respectivement sur la création d'entreprises issues de la recherche publique, et sur la mobilité des chercheurs.

⁶ Cet établissement est né de la fusion de l'agence nationale pour la valorisation de la recherche (ANVAR) et de la banque de développement des PME (BDPME).

⁷ La mission d'Oséo semble toutefois avoir été élargie en 2008, en intégrant l'agence pour l'innovation industrielle (AII) dont l'action se concentre sur les grandes entreprises.

marge de manœuvre les acteurs locaux (ce que traduit en partie la politique des pôles de compétitivité). Il est donc probable que les retombées des collaborations université – industrie ne soient pas les mêmes dans les deux pays, quand bien même ces collaborations risquent de se heurter à des obstacles similaires.

Pour analyser l'impact des collaborations sur l'innovation dans les entreprises, nous nous appuyons sur l'enquête communautaire sur l'innovation (CIS4), qui couvre la période 2002-2004. Cette enquête est conduite de manière harmonisée dans les différents États membres de l'Union européenne, par les instituts statistiques nationaux, sous la coordination d'Eurostat. De par sa nature même, elle se prête particulièrement bien aux comparaisons internationales. Elle consiste en un questionnaire commun à tous les États participants, auquel s'ajoute un questionnaire complémentaire dont le contenu peut varier d'un État à l'autre. Le questionnaire commun fournit des informations capitales sur les activités de R & D, l'innovation de produit ou de procédés, les facteurs freinant l'innovation, et les effets de l'innovation. Le questionnaire complémentaire fournit des informations additionnelles sur des sujets dont l'importance ne fait pas l'objet d'un consensus entre tous les États (par exemple, les innovations de marketing ou les innovations organisationnelles sont couvertes par le questionnaire complémentaire en France, mais pas dans tous les pays).

L'enquête CIS4 fournit, dans chaque pays, un échantillon représentatif des entreprises de 20 salariés ou plus, opérant dans l'industrie et les services. En dépit des efforts d'harmonisation menés par Eurostat, deux difficultés subsistent pour se livrer à des comparaisons France/Allemagne. La principale difficulté est que l'enquête CIS est obligatoire en France, mais facultative en Allemagne. Cela se traduit par un taux de réponse plus faible dans ce dernier pays et donc à une base de comparaison réduite, dès lors que les comparaisons portent sur un secteur donné ou une industrie particulière. Notre comparaison portera donc sur l'ensemble de l'échantillon dans chaque pays, et nous contrôlerons pour les différences sectorielles dans le modèle économétrique. Une difficulté secondaire est que certaines variables explicatives pertinentes pour l'analyse (nous préciserons lesquelles plus loin) sont présentes dans l'enquête allemande mais pas dans l'enquête française. Pour résoudre cette difficulté, nous autorisons une certaine flexibilité dans la spécification du modèle économétrique : nous utilisons, autant que faire se peut, des variables communes aux deux enquêtes, mais nous nous réservons la possibilité d'inclure, dans le modèle estimé pour l'Allemagne, des variables qui ne sont pas disponibles pour le modèle français.

■ **Modèle économétrique**

Spécification

Notre objectif est d'estimer l'impact des coopérations entre institutions publiques de recherche et entreprises privées sur les activités d'innovation de ces dernières, en nous focalisant sur l'innovation de produit. Notre modèle économétrique s'inspire du cadre d'analyse proposé par Mairesse et Mohnen (2002), qui représentent le processus d'innovation comme une « fonction de production » avec pour output des indicateurs d'innovation. Dans leur application empirique, ce modèle est spécifié comme un Tobit généralisé, dont la première équation explique la propension à innover, et la seconde l'intensité d'innovation. Cette seconde équation inclut une mesure de la proximité des entreprises à la recherche fondamentale, qui indique si une entreprise utilise les institutions publiques de recherche comme source privilégiée de connaissance scientifique et technologique. Les auteurs trouvent un impact significativement positif de cette variable sur l'intensité d'innovation.

Toutefois, ils négligent le fait que la proximité à la recherche fondamentale et l'intensité d'innovation puissent être affectées par les mêmes variables – en d'autres termes, que la proximité à la recherche puisse être une variable explicative endogène. Cela n'invalide pas pour autant leur analyse, dans la mesure où elle ne s'intéresse pas en priorité à l'effet des coopérations avec la recherche publique. Notre analyse étant, quant à elle, centrée sur cet effet, il convient de tenir compte de ce biais potentiel. Pour ce faire, nous procédons en deux temps. Dans un premier temps, nous estimons la fonction de production d'innovation à l'aide d'un modèle Heckit (ou « modèle d'Heckman ») simple :

$$(1) \quad \begin{cases} y_{i1} = z_i \delta_1 + u_{i1} \\ y_{iS} = 1(z_i \delta_S + v_{iS}) \end{cases}$$

où y_{i1} est la variable d'intérêt (ici, une mesure de l'intensité d'innovation dans l'entreprise i), où la seconde équation est l'équation de sélection. Cette équation (spécifiée comme un modèle Probit) vise à corriger le biais induit par le fait que toutes les entreprises ne sont pas nécessairement innovantes en produit. Ce premier modèle, qui néglige l'endogénéité potentielle des coopérations, constitue notre benchmark : elle nous permet de vérifier si nous retrouvons des résultats similaires à ceux de Mairesse et Mohnen (2002).

Dans un deuxième temps, nous prenons en compte la possible endogénéité de la variable indicatrice de coopérations public - privé en recherche, en estimant cette fois un modèle Heckit à variables explicatives endogènes (Wooldridge, 2002, pp. 567-570) :

$$(2) \quad \begin{cases} y_{i1} = z_i \delta_1 + \alpha_1 y_{i2} + u_{i1} \\ y_{i2} = z_i \delta_2 + v_{i2} \\ y_{i3} = 1(z_i \delta_3 + v_{i3}) \end{cases}$$

où y_{i1} est la même variable d'intérêt que précédemment, et y_{i2} est la variable explicative potentiellement endogène. La troisième équation est l'équation de sélection. Le modèle autorise toute forme de corrélation entre les termes d'erreur des trois équations (u_1 , v_2 et v_3).

Pour estimer le modèle (2), nous suivons la procédure standard décrite par Wooldridge (2002), et qui consiste à :

- obtenir en estimant (sur tout l'échantillon) le modèle Probit qui relie y_{i3} à z ,
- calculer le ratio de Mills inverse,
- estimer, sur le sous-échantillon des entreprises innovantes :

$$(3) \quad \begin{cases} y_{i1} = z_i \delta_1 + \alpha_1 y_{i2} + \gamma_1 \hat{\lambda}_{i3} + \text{terme d'erreur} \\ y_{i2} = z_i \delta_2 + \gamma_2 \hat{\lambda}_{i3} + \text{terme d'erreur} \end{cases}$$

Le modèle (3) est spécifié comme un modèle à variables instrumentales et estimé par la méthode des « doubles moindres carrés ».

Pour des raisons de confidentialité des données, les estimations ont été conduites séparément sur l'échantillon français et sur l'échantillon allemand. Cela nous conduira parfois, dans ce qui suit, à nous référer au « modèle français » et au « modèle allemand ». Toutefois, le modèle économétrique estimé est bien le même dans les deux cas (les seules différences provenant des variables explicatives additionnelles disponibles dans l'échantillon allemand). Il s'agit d'un même modèle économétrique appliqué à deux échantillons distincts.

TABLEAU 1.A
Statistiques descriptives

	France		Allemagne	
	Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type
VARIABLES EXPLICATIVES :				
Nombre d'employés	287,79	1945,60	545,46	5744,92
Ventes aux 3 principaux clients (en % des ventes totales)	—	—	40,82	28,43
Obstacles à l'innovation liés à la concurrence (oui/non)	0,14	0,35	—	—
Obstacles à l'innovation liés à la demande (oui/non)	0,15	0,35	—	—
Importance de la concurrence par la qualité (a)	—	—	2,00	1,03
Importance de la concurrence par les prix (a)	—	—	1,85	1,12
Taille relative des principaux concurrents (a)	—	—	2,29	1,23
Fournisseurs comme source d'information (b)	0,23	0,42	1,18	1,07
Clients comme source d'information (b)	0,23	0,42	1,45	1,23
Groupe comme source d'information (b)	0,15	0,36	1,66	1,30
Concurrents comme source d'information (b)	0,37	0,48	1,05	1,01
SECTEUR (codage selon les niveaux technologiques OCDE) :				
Industrie - hautes technologies	0,03	0,16	0,09	0,08
Industrie - niveau technologique moyen/haut	0,09	0,29	0,15	0,36
Industrie - niveau technologique moyen/faible	0,08	0,28	0,15	0,36
Industrie - faible intensité technologique	0,16	0,37	0,13	0,34
Services intensifs en connaissance	0,23	0,42	0,26	0,44
Autres services	0,41	0,49	0,21	0,41
Dépenses d'innovation en euros	1906,98	36927,09	11084,63	217167,00
Allemagne de l'Est (indicateur de localisation : oui/non)	—	—	0,33	0,47
Appartenance à un groupe (oui/non)	0,56	0,50	0,59	0,49
VARIABLE EXPLICATIVE potentiellement ENDOGÈNE :				
Coopération avec institutions publiques de recherche (o/n)	0,07	0,26	0,06	0,25
VARIABLES À EXPLIQUER :				
L'entreprise a connu une innovation de produit (oui/non)	0,27	0,44	0,52	0,50
% des ventes totales dues à de nouveaux produits	0,06	0,17	17,55	25,25

(a) Échelle de 1 (plus important) à 6 (moins important).

(b) Allemagne : échelle de 0 (aucune importance) à 3 (haute importance).

France : variable indicatrice égale à 1 si importance moyenne/haute et à 0 sinon.

TABLEAU 1.B
Proportion d'entreprises coopérant avec des laboratoires publics
(par secteur et par taille)⁸

	France		Allemagne	
	Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type
SECTEUR (classification OCDE) :				
Industrie - hautes technologies	0,10	0,30	0,12	0,32
Industrie - niveau technologique moyen/haut	0,10	0,30	0,10	0,29
Industrie - niveau technologique moyen/faible	0,04	0,20	0,06	0,23
Industrie - faible intensité technologique	0,02	0,15	0,02	0,14
Services intensifs en connaissance	0,03	0,18	0,06	0,23
Autres services	0,01	0,09	0,02	0,13
TAILLE DE L'ENTREPRISE :				
49 salariés ou moins	0,01	0,12	0,03	0,18
50 à 99 salariés	0,04	0,19	0,04	0,21
100 à 249 salariés	0,06	0,23	0,04	0,19
250 à 499 salariés	0,11	0,31	0,06	0,24
500 salariés ou plus	0,21	0,41	0,15	0,36

⁸ Exemple de lecture : en France, dans les industries de haute technologie, la proportion d'entreprises ayant coopéré avec une institution publique de recherche entre 2002 et 2004 est de 0,10. Autrement dit, 10 % des entreprises opérant dans les industries de haute technologie ont coopéré avec la recherche publique.

Dans notre application empirique, la mesure de l'intensité d'innovation y_1 est le pourcentage de ventes innovantes (comme chez Mairesse et Mohnen, 2002)⁹. Notre variable explicative endogène y_2 est une variable indicatrice précisant si l'entreprise a coopéré entre 2002 et 2004 avec une université ou une autre institution publique de recherche. Le vecteur z inclut toutes les variables explicatives, c'est-à-dire le vecteur de variables explicatives z_1 et les variables d'exclusion utilisées dans l'équation de sélection – variables qui sont également utilisées comme instruments dans le modèle (2). Le choix de ces instruments est détaillé dans la sous-section suivante.

Le vecteur z_1 inclut les variables explicatives suivantes : le logarithme de la taille de la firme (mesurée par le nombre d'employés), des variables décrivant les contraintes de demande, les sources d'information utilisées pour innover, des indicatrices du secteur, les dépenses d'innovation par employé, et une variable indicatrice de l'appartenance à un groupe. Dans le modèle allemand, z_1 inclut également des variables décrivant la diversification, les parts de marché, et une variable indiquant si la firme est localisée en Allemagne de l'Est. La diversification est représentée par la part des ventes provenant des trois principaux clients, et les parts de marché par la taille relative des principaux concurrents. Ces variables ne sont pas disponibles dans le CIS4 français. Notons également que les contraintes de demande sont représentées par des variables différentes dans les modèles français et allemand : dans le modèle allemand, nous utilisons des indicateurs de l'importance de la concurrence par les prix et de la concurrence par la qualité. Ces indicateurs n'étant pas disponible dans le CIS4 français, nous les remplaçons dans le modèle français par deux indicateurs d'obstacles à l'innovation, le premier lié à la concurrence et le second à une demande insuffisante.

Dans les deux modèles, les variables décrivant les sources d'information utilisées pour innover peuvent être interprétées comme des indicateurs de l'ouverture de la firme, au sens de Laursen et Salter (2006) : le processus d'innovation est un processus dans lequel l'entreprise doit chercher des ressources pour innover, non seulement en interne, mais aussi à l'extérieur. Laursen et Salter (2004, 2006) suggèrent que les entreprises les plus ouvertes sur l'extérieur pourraient être plus innovantes, mais aussi plus susceptibles de coopérer avec des universités. Les indicateurs du secteur d'activité de l'entreprise, quant à eux, permettent de capturer les opportunités technologiques qui s'offrent à elle, comme le soulignent Mairesse et Mohnen (2002). Pour cette raison, nous avons recodé les indicateurs de secteur à 2 chiffres (codes NACE) disponibles dans CIS4 en suivant la classification en termes de « niveaux technologique » développée par l'OCDE. Les différentes catégories de cette classification sont détaillées dans le tableau 1.A, qui fournit également des statistiques descriptives (au niveau de l'échantillon) pour les variables explicatives et les variables dépendantes utilisées dans l'analyse.

Le tableau 1.B détaille la distribution de la variable d'intérêt (indicatrice de coopération avec une université ou un organisme public de recherche) par secteur et par classe de taille d'entreprise. Ces distributions sont données, dans chaque pays, pour l'ensemble des entreprises en utilisant les pondérations de l'enquête. Les deux distributions apparaissent très similaires en France et en Allemagne : la proportion de coopérations avec la recherche publique est plus importante parmi les grandes entreprises et dans les secteurs de haute technologie.

⁹ Comme ces auteurs, nous utilisons en fait la transformation logistiquie de cette variable, soit dans notre modèle, $\ln[y_1 / (1-y_1)]$. En effet, le pourcentage de ventes innovantes est par définition une variable tronquée (toujours positive), ce qui peut biaiser la régression, alors que la transformation logistiquie peut varier entre $-\infty$ et $+\infty$.

Choix des instruments

Dans le modèle (2), les variables d'exclusion (incluses dans z mais pas dans z_1) jouent aussi le rôle d'instruments : par définition, il doit s'agir de variables susceptibles d'influencer la probabilité de coopérer sans influencer directement l'intensité d'innovation. Le choix de ces variables, crucial pour l'estimation, mérite d'être discuté plus avant. Pour notre étude, les données CIS ne fournissent guère d'instruments dont la validité serait *a priori* incontestable. Cela nous a conduit à mobiliser des variables extérieures à l'enquête CIS, mais pouvant lui être facilement ajoutées. Il s'agit de variables décrivant les opportunités de coopération scientifique offertes par la région (au sens large) où est localisée l'entreprise. Ces variables sont *a priori* de bons candidats au rôle d'instruments. En effet, une entreprise basée dans une région offrant des opportunités de coopération plus importantes aura, toutes choses égales par ailleurs, plus de chances de développer un partenariat avec une institution de recherche. Il est peu probable, toutefois, que l'existence d'opportunités de coopération au niveau régional ait un impact direct sur l'intensité d'innovation de cette entreprise.

La liste des centres régionaux d'innovation et de transfert technologique (CRITT) publiée par le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche¹⁰, nous a permis de construire un indicateur des opportunités régionales de coopération en France¹¹. Cet indicateur précise s'il existe dans la région un CRITT dont le domaine d'activité correspond au secteur d'activité de l'entreprise (mesuré par son code NACE à deux chiffres). Ajouter cette variable aux données de l'enquête CIS ne pose aucun problème, car l'enquête nous renseigne sur l'industrie et la région d'appartenance de chaque entreprise enquêtée. Notre indicateur a une valeur moyenne de 0,14 et un écart type de 0,35.

En Allemagne, les sources d'information disponibles étaient plus limitées, mais nous avons pu retenir une variable : le nombre d'universités par milliers de kilomètres carrés. Cette variable a une valeur moyenne de 1,58 et un écart type de 3,17. Elle est observée pour chacun des 16 Länder qui constituent la République fédérale d'Allemagne, ce qui permet de l'apparier avec les données CIS. Même son niveau géographique n'est pas tout à fait aussi fin que celui utilisé en France, cette variable fournit une mesure approchée des opportunités régionales de coopération. Il est légitime de considérer qu'une entreprise située dans un Land où la densité d'universités est forte aura plus de chances de développer des collaborations. Cependant, il est peu probable que la densité d'universités dans le Land influence directement l'intensité d'innovation de ladite entreprise.

■ Résultats

Nous commentons d'abord brièvement les résultats du modèle Probit qui cherche à expliquer la probabilité d'innover en produit sur la période 2002-2004. Ce Probit est commun au modèle (1) et au modèle (2), puisqu'il constitue l'équation de sélection du modèle d'Heckman. Les résultats de cette équation de sélection sont présentés dans le tableau 2. Ce tableau montre que, dans les deux pays considérés, les déterminants « schumpétériens » de l'innovation (taille de la firme et pouvoir de marché) jouent un rôle important : une taille plus importante est associée à une probabilité plus élevée d'innover en produit. En Allemagne, le pouvoir de marché a un impact significatif : une part de marché plus faible (c'est-à-dire un poids plus important des principaux concurrents sur le marché) est associée à une probabilité d'innover plus faible. Au regard de ce

¹⁰ <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/technologie/critt/index.htm>

¹¹ Le niveau géographique fourni est celui des 26 régions administratives (France métropolitaine et outre-mer).

résultat, il serait intéressant de disposer d'une variable similaire dans l'enquête française. Nous trouvons également, dans les deux pays, qu'un niveau plus élevé de dépenses d'innovation par employé est associé à une probabilité d'innover plus élevée. Ce résultat est cohérent avec le cadre conceptuel de la fonction de production d'innovation.

TABLEAU 2
Équation de sélection (probabilité d'innover en produit)

	France		Allemagne	
	Coefficient	Erreur standard	Coefficient	Erreur standard
Constante	-1,72	(0,09)***	-2,03	(0,18)***
TAILLE				
Log (nombre d'employés)	0,07	(0,01)***	0,08	(0,02)***
DIVERSIFICATION				
Ventes aux 3 principaux clients	—		0,11	(0,03)***
DEMANDE				
Obstacles à l'innovation liés à la concurrence	0,03	(0,04)	—	
Obstacles à l'innovation liés à la demande	0,17	(0,04)***	—	
Importance de la concurrence par la qualité	—		-0,04	(0,03)
Importance de la concurrence par les prix	—		0,1	(0,02)***
PARTS DE MARCHÉ				
Taille relative des principaux concurrents	—		-0,06	(0,02)**
OUVERTURE DE L'ENTREPRISE				
Fournisseurs comme source d'information	0,18	(0,03)***	-0,03	(0,03)
Clients comme source d'information	0,73	(0,03)***	0,37	(0,03)***
Groupe comme source d'information	1,66	(0,03)***	0,46	(0,03)***
Concurrents comme source d'information	0,23	(0,03)***	0,07	(0,03)*
SECTEUR (Réf. : Industrie – hautes technologies)				
Industrie – niveau technologique moyen/haut	-0,13	(0,08)*	0,09	(0,12)
Industrie – niveau technologique moyen/faible	-0,36	(0,08)***	-0,34	(0,12)***
Industrie – faible intensité technologique	-0,40	(0,08)***	-0,28	(0,12)**
Services intensifs en connaissance	-0,45	(0,08)***	-0,21	(0,11)**
Autres services	-0,89	(0,08)***	-0,53	(0,11)***
AUTRES CARACTÉRISTIQUES				
Dépenses d'innovation par employé	0,00	(0,00)***	2,83	(0,70)***
Appartenance à un groupe	0,07	(0,03)**	0,04	(0,06)
Allemagne de l'Est	—		-0,05	(0,06)
VARIABLE D'EXCLUSION				
Nombre d'universités pour 1 000 km ²	—		0,02	(0,01)**
Présence d'un CRITT dans le secteur de l'entreprise	0,01	(0,04)	—	

Les modèles sont estimés par la méthode du « maximum de vraisemblance ».

Dans chaque modèle, le test du rapport des vraisemblances est significatif au seuil de 1 %.

Significativité : *** 1 % ; ** 5 % ; * 10 %.

Le tableau 2 livre d'autres résultats intéressants : ainsi, en France comme en Allemagne, les variables mesurant l'ouverture de l'entreprise à des sources d'information extérieures sont (quasiment) toutes associées à une probabilité d'innover plus importante. Ces résultats concordent avec ceux obtenus par Laursen et Salter (2006) pour le Royaume-Uni. De même, en France comme en Allemagne, les entreprises opérant dans les industries de haute technologie du secteur secondaire ont une probabilité d'innover en produit supérieure à celle de toutes les autres firmes. Enfin, la variable d'exclusion, mesurant les opportunités régionales de coopération, n'est significative qu'en Allemagne.

Nous pouvons à présent nous intéresser à l'effet de la coopération avec la recherche publique sur l'intensité d'innovation. Nous avons d'abord évalué cet effet avec le modèle (1), c'est-à-dire le modèle Heckit qui ne prend pas en compte l'endogénéité potentielle de la coopération. L'équation d'intensité de ce modèle est présentée dans le tableau 3. Ce tableau révèle que le paramètre estimé associé à la variable indicatrice de coopération est significatif dans les deux pays, ce qui rejoint les résultats de Mairesse et Mohnen (2002). Le paramètre estimé est toutefois plus élevé en Allemagne qu'en France (0,34 contre 0,25). Pour faciliter l'interprétation, nous calculons l'effet marginal de la coopération sur les ventes innovantes (et non plus sur leur transformée logistiquée) au point moyen et au point médian de l'échantillon. Ce calcul confirme l'écart France – Allemagne : au point moyen, l'effet marginal est de 0,02 en France et de 0,07 en Allemagne. Au point médian, il est de 0,03 en France et de 0,08 en Allemagne. Ces effets marginaux sont significatifs au seuil de 1 % pour la France et de 5 % pour l'Allemagne. Ils s'interprètent ainsi : un effet marginal de 0,02 (par exemple) signifie qu'une entreprise qui coopère avec la recherche publique augmente sa part de ventes innovantes de 2 points de pourcentage par rapport à une entreprise ne coopérant pas (tableau 3).

Cette première estimation met en lumière une différence assez frappante entre les deux pays : la collaboration se traduit en moyenne par une augmentation de l'intensité d'innovation de 7 points de pourcentage en Allemagne, contre 2 points seulement en France. Même si ces résultats ne tiennent pas compte d'un possible biais d'endogénéité, ils peuvent être interprétés comme la borne supérieure de l'effet des collaborations sur l'innovation. Il n'y a par ailleurs aucune raison de penser que le biais d'endogénéité soit plus grand pour les entreprises françaises que pour les entreprises allemandes. Dans ces conditions, ces valeurs donnent à penser que les entreprises françaises rencontrent dans leurs coopérations avec la recherche publique des problèmes que ne rencontrent apparemment pas les entreprises allemandes.

Pour aller plus loin dans l'examen de ce résultat, nous avons estimé l'effet de la coopération sur l'intensité d'innovation à l'aide du modèle (2), c'est-à-dire du modèle Heckit avec prise en compte de l'endogénéité. Le modèle (2) mobilise la même équation de sélection que le modèle (1), mais l'équation d'intensité y est remplacée par un modèle à variables instrumentales – le modèle (3). Les résultats de la première équation du modèle (3) sont présentés dans le tableau 4.a, et ceux de la seconde équation dans le tableau 4.b. La première équation peut s'interpréter comme un modèle de probabilité linéaire, et permet d'identifier les déterminants d'une collaboration avec une université ou un organisme de recherche public. La seconde équation est l'équation d'intensité corrigée du biais d'endogénéité soupçonné.

TABEAU 3
Modèle Heckit simple - équation d'intensité d'innovation (1)

	France		Allemagne	
	Coefficient	Erreur standard	Coefficient	Erreur standard
Constante	-0,58	(0,59)	2,32	(3,13)
TAILLE				
Log (nombre d'employés)	-0,12	(0,02)	-0,3	(0,10)***
DIVERSIFICATION				
Ventes aux 3 principaux clients	—		0,02	(0,07)
DEMANDE				
Obstacles à l'innovation liés à la concurrence	0,00	(0,05)	—	
Obstacles à l'innovation liés à la demande	-0,15	(0,06)**	—	
Importance de la concurrence par la qualité	—		0,01	(0,06)
Importance de la concurrence par les prix	—		-0,07	(0,07)
PARTS DE MARCHÉ				
Taille relative des principaux concurrents	—		-0,10	(0,05)**
OUVERTURE DE L'ENTREPRISE				
Fournisseurs comme source d'information	0,06	(0,05)	-0,41	(0,29)
Clients comme source d'information	0,01	(0,12)	0,03	(0,08)
Groupe comme source d'information	-0,27	(0,34)	-0,48	(0,33)
Concurrents comme source d'information	0,11	(0,05)**	-0,01	(0,07)
SECTEUR (2)				
Industrie – niveau technologique moyen/haut	-0,29	(0,10)***	-0,30	(0,24)
Industrie – niveau technologique moyen/faible	-0,56	(0,11)***	-0,49	(0,30)
Industrie – faible intensité technologique	-0,62	(0,11)***	-0,59	(0,27)**
Services intensifs en connaissance	-0,51	(0,11)***	-0,32	(0,26)
Autres services	-0,66	(0,17)***	-0,41	(0,25)
AUTRES CARACTÉRISTIQUES				
Dépenses d'innovation par employé	0,00	(0,00)	-0,77	(1,42)
Appartenance à un groupe	0,02	(0,05)	0,02	(0,13)
Allemagne de l'Est	—		0,03	(0,15)
COOPÉRATION AVEC LA RECHERCHE PUBLIQUE				
Coopération avec des institutions publiques de recherche	0,25	(0,05)***	0,34	(0,17)**
CORRECTION DE LA SÉLECTION				
Ratio de Mills inverse	-0,39	(0,28)	-2,29	(1,27)*

(1) La variable à expliquer est la transformée logistiquée du % de ventes innovantes dans les ventes totales.

(2) Catégorie de référence : Industrie - hautes technologies.

La pertinence de chaque modèle est confirmée par un test d'ajustement de Fisher significatif au seuil de 1 %.

Significativité : *** 1 % ; ** 5 % ; * 10 %.

TABLEAU 4.A

Modèle à variables instrumentales, étape 1 - coopération avec la recherche publique

	France		Allemagne	
	Coefficient	Erreur standard	Coefficient	Erreur standard
Constante	0,11	(0,17)	-0,16	(0,21)
TAILLE				
Log (nombre d'employés)	0,05	(0,00)***	0,04	(0,01)***
DIVERSIFICATION				
Ventes aux 3 principaux clients	—		-0,01	(0,01)
DEMANDE				
Obstacles à l'innovation liés à la concurrence	0,03	(0,02)**	—	
Obstacles à l'innovation liés à la demande	0,03	(0,02)*	—	
Importance de la concurrence par la qualité	—		0,00	(0,01)
Importance de la concurrence par les prix	—		0,02	(0,01)*
PARTS DE MARCHÉ				
Taille relative des principaux concurrents	—		-0,02	(0,01)**
OUVERTURE DE L'ENTREPRISE				
Fournisseurs comme source d'information	0,01	(0,01)	-0,01	(0,01)
Clients comme source d'information	0,00	(0,04)	0,01	(0,02)
Groupe comme source d'information	-0,01	(0,10)	0,03	(0,03)
Concurrents comme source d'information	0,02	(0,02)	0,01	(0,01)
SECTEUR (1)				
Industrie – niveau technologique moyen/haut	-0,04	(0,03)	0,01	(0,03)
Industrie – niveau technologique moyen/faible	-0,09	(0,03)***	-0,04	(0,04)
Industrie – faible intensité technologique	-0,16	(0,03)***	-0,09	(0,04)**
Services intensifs en connaissance	-0,08	(0,03)**	-0,02	(0,03)
Autres services	-0,15	(0,05)***	-0,08	(0,05)*
AUTRES CARACTÉRISTIQUES				
Dépenses d'innovation par employé	0,00	(0,00)***	0,78	(0,16)***
Appartenance à un groupe	-0,05	(0,01)***	-0,01	(0,02)
Allemagne de l'Est	—		0,04	(0,02)**
CORRECTION DE LA SÉLECTION				
Ratio de Mills inverse	-0,07	(0,08)	0,07	(0,11)
INSTRUMENTS				
Nombre d'universités pour 1 000 km ²	—		0,00	(0,00)
CRITT dans le secteur de l'entreprise	0,03	(0,02)*	—	

(1) Catégorie de référence : Industrie - hautes technologies.

La pertinence de chaque modèle est confirmée par un test d'ajustement de Fisher significatif au seuil de 1 %.

Significativité : *** 1 % ; ** 5 % ; * 10 %.

Le tableau 4.A suggère que les principaux déterminants de la coopération sont communs à la France et à l'Allemagne : dans les deux pays, la propension à coopérer augmente avec la taille de l'entreprise, mais aussi avec ses dépenses d'innovation par employé. De même, les entreprises qui font face à une concurrence plus forte tendent à avoir une propension à coopérer plus importante. La principale différence entre les deux pays concerne les effets sectoriels : en France, les coopérations avec la recherche publique sont concentrées dans les secteurs les plus intensifs en technologie. En Allemagne, au contraire, ces coopérations sont répandues dans un plus grand nombre de secteurs (ce qui pourrait résulter de la politique scientifique « orientée vers la diffusion des connaissances » évoquée dans la première section). Toutefois, le résultat le plus crucial pour notre analyse est l'effet de notre instrument (l'indicateur des opportunités régionales de coopération) : cet effet est significatif en France mais pas en Allemagne, ce qui est rassurant pour la qualité de l'estimation dans le premier pays, mais inquiétant dans le second.

TABLEAU 4.B**Modèle à variables instrumentales, étape 2 - intensité d'innovation (1)**

	France		Allemagne	
	Coefficient	Erreur standard	Coefficient	Erreur standard
Constante	0,19	(1,13)	2,11	(2,12)
TAILLE				
Log (nombre d'employés)	0,15	(0,18)	-0,43	(0,43)
DIVERSIFICATION				
Ventes aux 3 principaux clients	—		-0,22	(0,18)
DEMANDE				
Obstacles à l'innovation liés à la concurrence	0,18	(0,16)	—	
Obstacles à l'innovation liés à la demande	0,00	(0,15)	—	
Importance de la concurrence par la qualité	—		0,05	(0,08)
Importance de la concurrence par les prix	—		-0,04	(0,24)
PARTS DE MARCHÉ				
Taille relative des principaux concurrents	—		0,08	(0,23)
OUVERTURE DE L'ENTREPRISE				
Fournisseurs comme source d'information	0,12	(0,09)	0,10	(0,14)
Clients comme source d'information	0,01	(0,22)	-0,16	(0,21)
Groupe comme source d'information	-0,41	(0,60)	-0,26	(0,38)
Concurrents comme source d'information	0,22	(0,12)*	-0,04	(0,24)
SECTEUR (2)				
Industrie – niveau technologique moyen/haut	-0,47	(0,22)**	-0,36	(0,28)
Industrie – niveau technologique moyen/faible	-1,03	(0,38)***	-0,06	(0,54)
Industrie – faible intensité technologique	-1,46	(0,61)**	0,37	(1,02)
Services intensifs en connaissance	-0,98	(0,38)**	-0,13	(0,32)
Autres services	-1,46	(0,63)**	0,01	(0,88)
AUTRES CARACTÉRISTIQUES				
Dépenses d'innovation par employé	0,00	(0,00)	-2,04	(8,72)
Appartenance à un groupe	-0,22	(0,19)	0,02	(0,18)
Allemagne de l'Est	—		-0,03	(0,51)
COOPÉRATION AVEC LA RECHERCHE PUBLIQUE				
Coopération avec des institutions publiques de recherche	-4,93	(3,53)	7,69	(11,24)
CORRECTION DE LA SÉLECTION				
Ratio de Mills inverse	-0,82	(0,57)	-1,43	(1,04)

(1) La variable à expliquer est la transformée logistiquée du % de ventes innovantes dans les ventes totales.

(2) Catégorie de référence : Industrie – hautes technologies.

La pertinence de chaque modèle est confirmée par un test d'ajustement de Fisher significatif au seuil de 1 %.

Significativité : *** 1 % ; ** 5 % ; * 10 %.

L'examen du tableau 4.B (équation d'intensité d'innovation corrigée) confirme cette première impression : l'effet de la coopération avec des institutions publique de recherche n'est plus significatif ni en France, ni en Allemagne. Toutefois, si ce résultat est crédible dans le cas de la France, il l'est beaucoup moins dans le cas de l'Allemagne. En effet, en France, un certain nombre de déterminants de l'innovation (effet sectoriels et indicateurs d'ouverture de l'entreprise) apparaissent encore significatifs dans l'équation d'intensité corrigée. Mais en Allemagne, cette équation ne comporte aucune variable significative : même si le modèle à variables instrumentales est globalement accepté au seuil de 1 % (par le test d'ajustement de Fisher), les effets significatifs sont tous concentrés dans la première équation. Ce résultat remet fortement en question la qualité de l'instrument utilisé – auquel cas il peut être préférable de s'en tenir aux résultats du modèle Heckit simple (tableau 3).

Cette importante différence entre les résultats du modèle avec et sans prise en compte de l'endogénéité nous a conduit à mener un certain nombre de tests supplémentaires – en commençant par un test d'endogénéité de la variable indicatrice de coopération. Pour réaliser ce test, nous estimons l'équation de coopération (en forme réduite) et récupérons son résidu. Nous estimons ensuite le modèle Heckit simple en ajoutant ce résidu prédit comme variable explicative dans l'équation d'intensité. Si le paramètre associé à cette nouvelle variable est significatif, alors il existe des éléments non-observés influençant à la fois la probabilité de coopération et l'intensité d'innovation : la variable indicatrice de coopération peut être considérée comme endogène. Ce test s'est révélé positif au seuil de 1 % en France et au seuil de 5 % en Allemagne. Ceci justifie *a priori* d'utiliser le modèle (2), qui prend en compte l'endogénéité, plutôt que le modèle (1), qui ne la prend pas en compte.

Mais, pour que les résultats obtenus avec le modèle (2) soient crédibles *a posteriori*, il faut que l'instrument retenu soit approprié. Nous avons donc testé la faiblesse de notre instrument, en suivant la méthode proposée par Cameron et Trivedi (2005, p. 105). Ce test consiste à n'estimer que l'équation de sélection et l'équation de coopération du modèle (2). Un test de Fisher permet ensuite de vérifier si notre instrument a un effet significatif dans l'équation de coopération. Si le test de Fisher n'est pas significatif, alors l'instrument est faible. Ce test s'est révélé significatif au seuil de 5 % en France, mais non significatif en Allemagne¹². En France, l'instrument utilisé n'est donc pas faible, mais le seuil de significativité de 5 % invite toutefois à se montrer circonspect quant à sa qualité (une significativité au seuil de 1 % ou moins aurait été préférable). En Allemagne, l'instrument utilisé est clairement un instrument faible.

Ces résultats appellent à une grande prudence dans la formulation de nos conclusions. Notre première estimation permet de conclure : premièrement que les coopérations avec la recherche publique ont un effet significativement positif sur l'intensité d'innovation des entreprises ; deuxièmement que cet effet est nettement plus élevé en Allemagne qu'en France. Cette estimation est malheureusement entachée d'un biais d'endogénéité. Notre tentative de corriger pour ce biais d'endogénéité conduit à annuler l'effet des coopérations – résultat extrême, qui s'explique surtout par la faiblesse de l'instrument utilisé. Les estimations à variable instrumentale, trop imprécises, ne permettent donc pas de déterminer l'ampleur du biais ni la « vraie » valeur de l'effet de la collaboration. Toutefois, dans la mesure où le biais d'endogénéité n'est *a priori* pas plus élevé en France qu'en Allemagne, il est légitime de penser que l'écart observé entre les deux pays persisterait même après correction du biais. Les implications de cet écart sont discutées dans la section suivante, qui rassemble nos conclusions.

■ Conclusion

L'objectif de ce travail était d'examiner l'impact des coopérations entre recherche publique et industrie sur les activités innovantes des entreprises, dans une perspective de comparaisons internationales. Pour ce faire, nous avons estimé une fonction de production d'innovation à l'aide d'un modèle Heckit dans lequel l'endogénéité potentielle de la variable indicatrice de coopération était examinée de manière approfondie. Le modèle a été estimé sur les données allemandes et françaises de l'enquête communautaire sur l'innovation (CIS4). En l'absence de prise en compte de l'endogénéité, nous trouvons, dans les deux pays, un effet significativement positif des coopérations sur l'intensité d'innovation des entreprises (mesurée par le pourcentage de ventes innovantes dans les ventes totales). Cet effet est trois fois plus élevé en Allemagne qu'en France.

¹² L'ensemble des estimations complémentaires et des tests sont disponibles sur demande auprès des auteurs.

Notre tentative de corriger pour l'endogénéité se heurte à la difficulté de trouver un bon instrument, et ne permet pas de déterminer la « vraie » valeur de l'effet de la collaboration. Il est toutefois raisonnable de considérer les résultats obtenus avec le modèle sans correction comme la borne supérieure des résultats corrigés de l'endogénéité. Par ailleurs, il n'y a aucune raison pour que le biais d'endogénéité soit plus élevé en France qu'en Allemagne : en d'autres termes, tout porte à croire que, même après une correction adéquate de l'effet des coopérations, l'écart France-Allemagne demeurerait.

Cet écart a de multiples explications possibles, mais il est probable qu'il soit lié, au moins en partie, aux politiques scientifiques propres à chaque pays. En Allemagne, le soutien aux collaborations entre recherche publique et industrie s'appuie sur les bureaux de transferts de technologie des universités. En France, l'effort d'incitation à la coopération n'est pas moindre qu'en Allemagne, mais il existe un « enchevêtrement des structures qui engendre confusion, multiplication des coûts et faible professionnalisation des équipes » (IGF 2007, p. 140). Cet enchevêtrement peut se traduire, pour les entreprises, par une difficulté accrue à trouver le bon interlocuteur dans le cadre d'une coopération. En dispersant les fonds, il rend également plus difficile le soutien financier aux activités de coopération scientifiques, qui peuvent en pâtir.

En réponse à cette situation, le rapport de l'IGF (2007) propose de concentrer les moyens en créant des « offices mutualisés de transfert de technologie » qui viendraient se substituer aux structures existantes. Ces offices pourraient être intégrés dans les « pôles de recherche et d'enseignement supérieur » (PRES) introduits par la loi de programme pour la recherche (qui est venue compléter, en 2006, la loi du 12 juillet 1999). Au-delà de cette recommandation, il semble pertinent d'attribuer davantage de moyens aux équipes qui coopèrent, tout en s'assurant que ces moyens supplémentaires se traduiront par des coopérations plus efficaces. Une manière de le faire pourrait être de « laisser aux enseignants-chercheurs la possibilité de choisir entre la rémunération complémentaire sur contrats avec les entreprises et une décharge d'enseignement de montant équivalent. » (IGF 2007, p. 150).

Toutefois, il n'est pas possible d'élaborer une véritable réflexion de politique économique sur la base des seuls résultats obtenus ici. Notre travail appelle des analyses complémentaires, mobilisant des sources statistiques susceptibles d'offrir de meilleurs instruments. À l'heure actuelle, de telles sources sont extrêmement rares. Il conviendrait également d'examiner l'impact des coopérations sur les formes d'innovations alternatives à l'innovation de produit : innovation de procédé, innovation organisationnelle, etc. Nous envisageons de développer cette analyse dans un travail ultérieur – tout en gardant à l'esprit que cette analyse risque de se heurter aux limites déjà rencontrées ici.

Enfin, même si notre analyse souligne l'impact positif des partenariats entre recherche publique et entreprises, il faut se garder des conclusions hâtives. En particulier, nous ne pouvons pas conclure qu'il faut encourager à tout prix ces collaborations. Les données utilisées ne permettent pas de se livrer à un calcul comparant les coûts et les avantages des coopérations pour l'économie dans son ensemble (au niveau national ou au niveau européen). Or, les collaborations peuvent avoir des coûts cachés pour la société, par exemple si elles conduisent les institutions de recherche à se focaliser sur la recherche appliquée, au détriment de la production de connaissances générales par la recherche fondamentale.

Bibliographie

Cameron A.C., Trivedi P.K., *Microeconometrics : methods and applications*, Cambridge University Press, New York, 2005.

Etzkowitz H., « The norms of entrepreneurial science : cognitive effects of the new university-industry linkages », *Research Policy*, 1998, vol. 27, p. 823-833.

Etzkowitz H., Leydesdorff L., « The dynamics of innovation : from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university-industry-government relations », *Research Policy*, 2000, vol. 29, p. 109-123.

Feller I., « Universities as R & D based engines of economic growth : They think they can », *Research Policy*, 1990, vol. 19, p. 335-348.

Hagedoorn J., Link A., Vonortas N.S., « Research Partnerships », *Research Policy*, 2000, vol. 29, p. 567-586.

IGF, « Rapport sur la valorisation de la recherche », 250 p., disponible en ligne, https://www.igf.bercy.gouv.fr/sections/rapports/valorisation_de_la_r/downloadFile/attachedFile/RAPPORT_Valorisation_de_la_recherche.pdf?nocache=1170067529.93 (document principal), 2007, https://www.igf.bercy.gouv.fr/sections/rapports/valorisation_de_la_r/downloadFile/attachedFile_1/ANNEXES_Valorisation_de_la_recherche.pdf?nocache=1170067565.57 (annexes), 2007.

Laursen K., Salter A., « Searching high and low : what types of firms use universities as a source of information? », *Research Policy*, 2004, vol. 33, p. 1201-1215.

Laursen K., Salter A., « Open for innovation : the role of openness in explaining innovation performance among U.K. manufacturing firms », *Strategic Management Journal*, 2006, vol. 27, p. 131-150.

Mairesse J., Mohnen P., « Accounting for Innovation and Measuring Innovativeness : An Illustrative Framework and Application », *American Economic Review*, 2002, vol. 92, n° 2, Papers and Proceedings of the 114th Annual Meeting of the American Economic Association, p. 226-230.

Motohashi K., « Economic Analysis of University-Industry Collaborations : The Role of New Technology Based Firms in Japanese National Innovation Reform », *RIETI Discussion Paper Series*, 2004, n° 04-E-001.

Wooldridge J.M., « Econometric Analysis of Cross-Section and Panel Data », MIT Press, 2002, 735 p.

Appropriation de l'innovation et coopération des firmes françaises : une étude empirique sur les données de CIS3

Delphine Gallaud¹
Maximilien Nayaradou²

Résumé

Dans le cadre des coopérations pour innover, le brevet a toujours eu plus d'importance pour les entreprises que les autres moyens d'appropriation, car il permet de clarifier les droits de propriété de chacun des partenaires (Cassiman, Veugelers, 2002). Cependant, les travaux effectués ont rarement analysé l'ensemble des moyens d'appropriation dont disposent les entreprises dans les accords de coopération, préférant en général se limiter à une opposition entre le secret et le brevet. Hertzfeld *et al.* (2006) ont analysé le management de l'output d'innovation et montré que le brevet et le secret étaient les deux premiers moyens d'appropriation de l'innovation utilisés par les firmes. Toutefois, leur étude ne distingue pas les différents types d'accords de coopération. Nous avons donc cherché à tester dans cet article les liens existant entre un type de partenaire de coopération et un moyen spécifique d'appropriation de l'innovation.

Nous avons utilisé un modèle logit sur les données de l'enquête CIS3 sur les entreprises françaises. Les résultats montrent premièrement que les firmes utilisent relativement moins le brevet que la marque. Deuxièmement, les moyens légaux d'appropriation sont utilisés dans un plus grand nombre d'accords avec des partenaires plus diversifiés que les moyens stratégiques, qui sont plus souvent spécifiques d'un type de coopération. En outre, les marques sont particulièrement utilisées avec les universités et les organismes publics de recherche, alors que la littérature prédit un usage plus important des brevets.

Nous tenons à remercier tout particulièrement les participants au séminaire du JERIP (Jeunes Économistes de la Recherche et de l'Innovation à Paris) à l'École des Mines et les participants au groupe de travail sur l'innovation du Sessi, ainsi que le rapporteur de l'article pour les remarques stimulantes apportées lors de la discussion de ce travail. Les erreurs qui pourraient être notées relèvent de notre unique responsabilité.

¹ CESAER-INRA/Enesad UMR 1041, 21000 Dijon. Delphine.Gallaud@enesad.inra.fr.

² IFD-Université Paris-Dauphine - maximilien.nayaradou@dauphine.fr

■ Introduction

Arrow (1962) a mis en évidence le fait que les activités d'innovation produisent systématiquement des externalités de type technologique. L'inventeur privé n'est alors plus incité à investir en R & D, car il ne peut pas s'approprier la totalité des résultats de son activité d'innovation. Arrow préconise alors le renforcement des droits de propriété et en particulier des brevets pour pallier ce problème.

Or, la totalité des enquêtes réalisées auprès des firmes depuis l'enquête Yale en 1987 (Levin *et al.*), de même que le survey Canergie Mellon (Cohen *et al.* 2000) effectué en 1994 sur les firmes américaines, ou celui de Harabi (1995) sur les firmes suisses, sont convergentes : les firmes accordent peu d'efficacité au brevet à la fois en termes de protection de leurs innovations comme de leur capacité à sécuriser le paiement des licences concédées à d'autres entreprises. Il est en effet généralement cité le moins fréquemment parmi l'ensemble des moyens d'appropriation de l'innovation possible. Au contraire, les firmes lui préfèrent les moyens d'appropriation alternatifs, en particulier celui de maintenir leur avance sur les concurrents, qui concerne plus d'une firme européenne sur deux en 1994, ou le recours au secret (Arundel, 2001).

Or, depuis cette première enquête, Kortum et Lerner (1999) ont constaté une forte hausse des dépôts de brevets à l'Office américain des brevets (UPSTO). Ils ont été multipliés par 2, passant de 60 000 en 1984 à 120 000 en 1995. Le même phénomène s'est produit en Europe où les politiques publiques d'innovation incitent fortement les firmes, et en particulier les PME, à développer leur recours aux brevets (ETAN, 1999). Ainsi le nombre de brevets triadiques³ augmente dans l'Union européenne à 15 pays entre 1991 et 2003, mais le nombre détenu par la France diminue, ce qui traduit une détérioration relative de la situation française dans ce domaine (Lelarge, 2007).

Le problème de l'appropriation de l'innovation se pose de manière renouvelée dans le cadre coopératif. Au début des années 1980, certains travaux considèrent les défauts d'appropriation comme un risque trop important pour les firmes et donc comme un frein à l'incitation à nouer des accords de coopération, en particulier avec les concurrents (Cassiman, Veugelers, 2005). Or, de nombreux accords ont d'abord été conclus avec ce type de partenaire, en particulier dans le secteur de l'informatique. Depuis, les accords se sont multipliés (Teece, 1992, Sachwald, 1998). Certains travaux ont également expliqué le choix des partenaires de coopération (Miotti, Sachwald, 2003, Tether, 2002). Mohnen et Hoareau (2002) ont explicité les caractéristiques des firmes qui menaient des coopérations spécifiquement avec les universités et les organismes publics de recherche. Ils ont ainsi mis en évidence que les firmes qui brevettent sont plus susceptibles que les autres de mener ce type de coopération. Mais très peu de travaux ont cherché à établir le lien inverse en étudiant les moyens d'appropriation comme output de l'activité d'innovation.

Dans le cadre coopératif, il est nécessaire de clarifier les droits de propriété intellectuelle (DPI) de chacun des partenaires ; les moyens de protection légaux sont alors plus efficaces pour les firmes. Brouwer et Kleinknecht (1999) ont ainsi montré que les firmes qui coopèrent pour innover sont plus susceptibles de faire une demande de brevet que les firmes qui ne coopèrent pas. La coopération a alors tendance à renforcer l'usage du brevet au détriment du secret.

Toutefois, les firmes ont le choix entre plusieurs moyens alternatifs ; or les travaux menés n'ont testé en général que le recours au brevet contre l'utilisation du secret. Les délais d'avance sur les concurrents qui sont l'un des moyens les plus fréquemment utilisés ou l'usage des marques sont très peu analysés.

³ Il s'agit du nombre de brevets déposés simultanément dans les offices de brevets américains, japonais et européens.

Dans cet article, nous nous intéresserons à l'ensemble des moyens d'appropriation et nous chercherons si l'on peut mettre en évidence une association privilégiée entre un partenaire de coopération et un moyen d'appropriation spécifique de l'innovation. De plus, nous examinerons quelle est l'importance du brevet par rapport aux autres moyens d'appropriation.

Nous utiliserons les données de l'enquête communautaire sur l'innovation (CIS3) qui est une enquête spécifique sur les activités d'innovation menées au niveau européen. Notre travail concernera uniquement les entreprises françaises. Cette enquête porte à la fois sur l'industrie manufacturière, les industries agroalimentaires (IAA) et les services pris en compte dans l'enquête⁴.

Les moyens d'appropriation de l'innovation

Les activités de R & D produisent des externalités de nature technologique. Les connaissances produites par une firme se diffusent vers d'autres sans son assentiment, parfois sans qu'elle en soit consciente, et en tout cas sans que cette diffusion fasse l'objet d'une transaction marchande. Ce qui empêche l'innovateur de s'approprier la totalité des revenus induits par l'innovation (Arrow, 1962). Ces externalités peuvent passer par des canaux multiples :

- échanges informels d'informations entre travailleurs de la firme innovante et concurrents ;
- diffusion d'informations dans le cadre de foires, expositions ou salons professionnels ;
- *reverse engineering*⁵ par les concurrents quand l'innovation est mise sur le marché. Ce dernier canal constitue un facteur très important attesté par la rapidité des délais d'imitation de l'ordre de 12 mois pour les produits et de 18 pour les procédés (Mansfield *et al.*, 1981).

Les entrepreneurs privés ne sont plus alors incités à réaliser des investissements en R & D. Un système de droits de propriété forts définissant la portée et l'étendue des brevets en particulier est susceptible de remédier à ce problème, à condition d'être défini de manière à inciter les agents privés à corriger cet effet. Les brevets accordent actuellement à l'inventeur un monopole temporaire sur son innovation, mais en contrepartie il doit diffuser un certain nombre d'informations et de connaissances qui l'ont conduit à la mise au point de l'innovation. Les concurrents potentiels peuvent alors légalement « inventer autour » de l'invention initiale.

Or ces connaissances sont des ressources stratégiques pour la compétitivité future des firmes. Les effets négatifs de la diffusion d'informations ont été mis en évidence à la fois dans les modèles théoriques de comportement liés aux brevets (Scotchmer, Green, 1990) et dans les études empiriques. Dès 1965, Shrerer montre que les firmes n'accordent pas une grande efficacité aux brevets, ce qui est confirmé par les enquêtes de Levin *et al.* (1987) et Cohen *et al.* (2000) pour les États-Unis, d'Arundel (2001) et Harabi (1995) pour l'Europe. Les inconvénients des brevets cités par les enquêtés sont dans l'ordre : la possibilité légale d'invention autour du brevet, la diffusion d'informations aux concurrents, le fait qu'ils ne soient pas adaptés à toutes les innovations et la possibilité de l'invalider devant les tribunaux (Harabi, 1995). Les firmes plébiscitent en fait beaucoup plus le recours aux délais d'avance sur leurs concurrents ou au secret (Arundel, 2001). En effet, ces moyens sont cités par 54,4 % des firmes innovantes en produit et qui font de la R & D et par 46,7 % de celles qui innoveront en procédé (ibidem). Le secret est encore cité respectivement par 16,9 et 19,8 % des entreprises, alors que le brevet n'est cité comme moyen préféré d'appropriation que par 11,2 et 7,3 % des entreprises respectivement, et ce derrière la complexité de la conception.

⁴ Voir la définition dans la partie méthodologie.

⁵ Les concurrents ont la possibilité de démonter les produits mis sur le marché pour les étudier et peuvent ainsi les imiter.

En dépit de ce fort démenti empirique, à l'exception de quelques secteurs comme la pharmacie ou les biotechnologies, où les brevets sont considérés comme assez efficaces par les entreprises, la politique publique est restée attachée à l'idée que le système de brevet était efficace et qu'il devait simplement être renforcé pour devenir plus attractif pour les firmes (ETAN, 1999). Ceci a conduit au développement de ce que certains auteurs ont qualifié de tendance « probrevet » (ibidem). Il serait particulièrement nécessaire d'inciter les PME à recourir aux brevets pour protéger leurs innovations car elles les utiliseraient moins que les grandes firmes. Elles disposent d'un pouvoir de marché moindre, de réseaux de commercialisation moins développés, d'une moindre réputation de leur marque et de moindres ressources pour financer les dépenses de publicité ; elles auraient donc plus de difficultés que leurs homologues de grande taille à s'approprier leurs innovations (Brouwer, Kleinknecht, 1999). De plus, les PME ne disposent pas toujours des capacités de production leur permettant de développer elles-mêmes leurs innovations. Dans ce cas, l'utilisation de méthodes de protection alternative comme le secret n'est plus opérante et ne permet pas aux entreprises de protéger efficacement leurs savoirs et savoir-faire. Inversement les grandes firmes pourraient être moins persuadées de l'efficacité des brevets, du fait de leurs compétences à mobiliser les délais d'avance sur leurs concurrents, et parce qu'elles opèrent sur des marchés plus larges augmentant ainsi les retours sur investissement des innovations de process pour lesquels les brevets sont moins avantageux que le secret (Klepper, 1996).

Mais, il y a également plusieurs arguments qui indiquent que les petites firmes pourraient trouver les brevets moins efficaces que le secret (Arundel, 2001). Les coûts des moyens légaux d'appropriation de l'innovation, et en particulier des brevets, sont très élevés. Or la plupart des PME n'ont pas toujours les capacités financières suffisantes pour payer les redevances permettant de maintenir les DPI actifs. De plus, elles ont souvent plus de difficultés que les grandes firmes à agir devant les tribunaux pour se protéger contre les contrefacteurs, et ce y compris dans les domaines liés aux nouvelles technologies (Campart, Pfister, 2002). Enfin, il est possible que les PME soient plus engagées dans des stratégies d'innovation incrémentale, ce qui rend plus difficile le recours au brevet, puisque l'inventeur doit démontrer le caractère de nouveauté de son invention par rapport à l'état de la technique (Arundel, 2001).

L'utilisation du secret ou du brevet est liée à la stratégie d'innovation de la firme et en particulier au fait de développer des innovations de produit ou de process. Les firmes qui dépensent plus en R & D pour les innovations de process utilisent ainsi plus le secret pour protéger leurs innovations que le brevet (Arundel, Kabla, 1998). Mais, Arundel (2001) montre qu'en fait les firmes ont aussi une préférence pour le secret par rapport au brevet, quelle que soit leur taille, quand elles innoveront en produit. Et ceci est encore plus vrai pour les petites firmes que pour les plus grandes. La tendance n'est pas significative pour les innovations de process. Par contre, les petites firmes intensives en R & D ont tendance à accorder plus d'efficacité au brevet que les firmes moins intensives en R & D (pour la même catégorie de taille).

Enfin, la politique publique d'innovation oppose l'utilisation des brevets à celle du secret, car dans le premier cas la diffusion d'informations est très importante alors que les procédures de secret sont censées la limiter presque complètement. Or, si les firmes ont de nombreux autres moyens d'appropriation à leur disposition, qu'en est-il de leur utilisation ? Les enquêtes CIS permettent de les classer en deux catégories : les moyens légaux qui comprennent les brevets, les marques, l'enregistrement des dessins et modèles et le droit d'auteur (copyright), et les moyens stratégiques d'appropriation, le secret, les délais d'avance sur les concurrents et la complexité de la conception, ces derniers relevant de la stratégie individuelle des entreprises.

Les marques sont définies comme le signe distinctif qui identifie certains biens ou services comme produits par une personne ou une entreprise spécifiée (Mendoça *et al.*, 2004). Ce signe peut être une combinaison potentielle de mots, de symboles et/ou d'images 3D. Il s'agit d'un

droit de propriété qui confère le droit d'usage exclusif à son détenteur et permet alors aux firmes de s'approprier les rendements d'un produit existant ou d'un produit innovant. De plus, les marques sont susceptibles d'être utilisées de manière complémentaire aux brevets en particulier quand ceux-ci arrivent à expiration.

Elles sont peu prises en compte dans les travaux sur l'appropriation alors qu'elles constituent la seconde source de revenus issus des droits de propriété, juste derrière les brevets (Doern, 1999). L'enregistrement de nouvelles marques a été multiplié par 3 en Allemagne au cours des années 1990 (Veilling, 2002), ce qui tend à indiquer leur importance croissante dans la stratégie d'appropriation des firmes. De plus, bien que la nouveauté du bien ou service couvert ne soit pas nécessaire pour obtenir ce droit de propriété, la majeure partie des nouvelles demandes concerne bien des produits innovants.

L'enregistrement des dessins et modèles est une procédure très peu étudiée dans la littérature. Il s'agit d'un droit de propriété permettant aux entreprises de protéger l'aspect esthétique de leurs produits⁶ par des dessins pour les représentations en 2 dimensions ou par des modèles en 3 dimensions (INPI, 2008). Les entreprises peuvent protéger des éléments visuels tels que les lignes du produit, ses contours, formes ou textures ainsi que les matériaux utilisés. Pour pouvoir être déposé, il doit, comme le brevet, posséder un caractère propre suffisamment différencié d'un dessin ou modèle antérieur et il doit être relativement nouveau. Il se rapproche de la marque dans le sens où il permet à l'entreprise de protéger ses actifs immatériels avec des coûts relativement faibles.

Le copyright protège les œuvres littéraires, les créations musicales graphiques et les logiciels (INPI). Ce droit s'acquiert sans aucune formalité à partir de la date de création de l'œuvre et il est gratuit. Par contre, en cas de litige, l'auteur doit pouvoir prouver l'antériorité de la création.

Les DPI légaux font l'objet d'une divulgation d'informations relativement forte en ce qui concerne les brevets, les marques et les dessins et modèles et faible pour le droit d'auteur. Au contraire, les procédures d'appropriation stratégiques de l'innovation se fondent sur la non-divulgation d'informations. Elles peuvent prendre plusieurs formes.

Le secret consiste en un ensemble de procédures organisationnelles visant à limiter la diffusion des informations et connaissances relatives à l'innovation, à la fois dans le cadre de la coopération, vis-à-vis du partenaire de coopération, et hors de la coopération vis-à-vis de l'extérieur. L'une des procédures consiste à limiter le turn-over en personnel, surtout le plus qualifié, afin de limiter la transmission de connaissances aux firmes concurrentes ou à limiter les échanges d'informations en particulier avec les concurrents par des dispositions contractuelles comme les clauses de confidentialité incluses dans les contrats d'embauche du personnel qualifié. Cette procédure est très utilisée dans les secteurs de haute technologie informatique et biotechnologique entre autres (Maurer, Zugelder, 2000). Toutefois, le secret protège plus efficacement les procédés que les produits, car ils restent à l'intérieur de la firme innovante, alors que les produits peuvent généralement être imités par *reverse-engineering* dès leur mise en marché.

L'imitation peut être rendue longue et coûteuse par la complexité du procédé mis en œuvre (Guellec, 1999). C'est le cas dans les industries d'assemblage où le produit final résulte d'une succession d'opérations élémentaires. Ce type d'appropriation est également utilisé dans les secteurs de haute technologie, dans lesquels le démontage du produit est peu opérant pour

⁶ Ce DPI ne protège donc pas les procédés.

faciliter l'imitation de l'innovation ou dans les secteurs qui mobilisent de l'expertise ou des savoirs fortement tacites. C'est le cas par exemple dans les biotechnologies, où l'imitation du produit est difficile pour les concurrents du fait de la forte composante de savoirs incorporés.

Enfin, la rentabilité de l'imitation peut être réduite si l'innovateur garde en permanence son avance sur les concurrents, en utilisant les délais d'avance dus aux avantages liés au fait d'être le premier entrant par exemple. Ces avantages sont causés par les effets d'apprentissage dans la production, qui donnent un avantage de coûts permanent au leader ou à la création d'une image de marque auprès des consommateurs. Certaines entreprises dépensent ainsi autant en publicité pour faire connaître les produits innovants qu'en R & D pour les développer.

La coopération, un cadre renouvelé pour le problème de l'appropriation

Depuis le début des années 1980, les alliances interfirmes en R & D ont fortement augmenté, passant de 200 à 500 nouvelles alliances conclues chaque année à la fin de la décennie (Hagedoorn, 2002). La littérature a produit de nombreux travaux sur ce phénomène d'augmentation de la coopération (Mariti, Smiley, 1983, Contractor, Lorange, 1988, Garette, Dussauge, 1995). La théorie de l'organisation industrielle a développé deux approches analysant la coopération. L'approche des coûts de transaction analyse les alliances pour innover comme une forme hybride d'organisation, intermédiaire entre le marché et la hiérarchie, qui permet de limiter les coûts et les risques des projets et est donc plus souple que l'intégration verticale (Pisano, 1990).

L'approche du management stratégique insiste également sur cette notion de partage des coûts et des risques mais surtout sur l'accès aux ressources complémentaires détenues par le partenaire de coopération, ce qui permet de justifier également les choix des partenaires de coopération (Miotti, Sachwald, 2003, Tether 2002). Les ressources d'une firme, et en particulier les connaissances et les routines liées à l'innovation, telles que les connaissances des marchés ou des besoins des clients, sont très difficilement imitables et transférables à d'autres firmes car elles sont pour partie tacites (Mowery *et al.*, 1998). Elles sont alors difficilement échangeables sur un marché, les causes de défaillances étant nombreuses ; dans ce cas les coopérations permettent d'avoir un accès à la technologie développée (Hamel 1991).

Les firmes choisissent alors les partenaires de coopération à partir d'un arbitrage entre les risques de diffusion de savoirs et de connaissances et l'accès aux ressources complémentaires nécessaires pour innover. Les coopérations avec les clients sont conclues dans le but de diminuer les risques liés à l'introduction de nouveaux produits car les clients sont une source importante d'amélioration des innovations en développement (von Hippel 1976). Les coopérations avec les fournisseurs ont plus comme objectif de réduire les coûts, les firmes se recentrant sur leur cœur de compétences et externalisant le reste. Les coopérations avec les concurrents ont pour but la recherche d'établissement de standards, ce qui est particulièrement important dans les cas où les nouveaux produits sont facilement imitables mais coûteux à développer (Tether, 2002). La littérature de l'organisation industrielle s'est focalisée sur la coopération avec les concurrents qui produit le risque de renforcer leur pouvoir de marché et de diffuser des connaissances stratégiques pour les firmes (Belderbos *et al.*, 2004, Garette, Dussauge, 1995). L'ampleur des travaux précités pourrait alors faire penser que ce type d'accord est très développé. Miotti et Sachwald (2003) montrent, à partir des résultats de CIS2, que les coopérations verticales avec les clients ou les fournisseurs sont plus développées que les coopérations horizontales avec les concurrents, qui sont plutôt limitées aux secteurs de haute technologie. Les coopérations avec les concurrents sont motivées par le coût de l'innovation. Les coopérations verticales sont plus fréquentes dans les secteurs de basse technologie où les coopérations avec les clients sont liées au manque d'information sur les marchés (*ibidem*).

Les universités offrent de nouvelles connaissances scientifiques et techniques particulièrement utilisées dans le cas de développement de produits relativement nouveaux pour le marché (Tether, 2002). De plus, les connaissances produites par les universités prennent place dans les premières étapes du processus d'innovation caractérisées par une incertitude technologique forte et une demande encore faible pour les produits issus de ces activités d'innovation. En conséquence, seules quelques firmes très spécifiques sont susceptibles d'être intéressées par ce type de connaissances : celles qui ont la capacité d'absorption suffisante pour pouvoir utiliser ce type de connaissances (Cohen, Levintahl, 1989). Les consultants sont censés fournir une variété d'inputs pour l'innovation, en particulier une expertise de diagnostic pour les firmes afin de déterminer leurs besoins par rapport aux activités d'innovation, mais ils ont également une expertise dans la recherche des partenaires de coopération appropriés pour les entreprises (Bessant, Rush, 1995).

Arundel (2001) montre, pour l'ensemble des entreprises, que la hiérarchie des moyens d'appropriation cités par les firmes place le brevet en dernière position. Mais dans le cadre coopératif, les firmes ont toujours accordé une place plus importante aux brevets (Brouwer, Kleinknecht, 1999). Le problème initial des accords de coopération est un problème d'incitation à entrer dans l'accord (Cassiman, Veugelers, 2002). Dans ce cas, les DPI, et en particulier les brevets, jouent un rôle central pour inciter à coopérer. Ils permettent de clarifier les droits de propriété sur l'output d'innovation et en ce sens facilitent le déroulement de la coopération (Brouwer, Kleinknecht, 1999, Cassiman, Veugelers, 2002). Le niveau d'appropriation permet aux firmes de s'engager dans un accord en estimant les risques de diffusion des connaissances au partenaire de coopération. Le risque est plus élevé dans le cadre de coopération verticale avec les clients ou les fournisseurs qu'avec les universités (Cassiman, Veugelers, 2005). En effet, les premiers étant plus proches du marché, le risque d'imitation de l'innovation est donc plus critique. Au contraire, les coopérations avec les universités sont considérées comme proches de la frontière technologique (Miotti, Sachwald, 2002) et le risque, moins important, ne décourage pas les firmes à s'engager dans une coopération. Toutefois en pratique, Hertzfeld *et al.* (2006) ont montré qu'il existait des difficultés à conclure les accords à la fois avec les concurrents et avec les universités. Dans ces deux cas, les risques de ne pas aboutir à la conclusion de l'accord sont non négligeables, dans le cas des coopérations avec les concurrents du fait de la similarité des ressources mises en jeu dans l'accord, et dans le cas des coopérations avec les universités du fait du manque de compétences des personnels appartenant au bureau des transferts de technologie (côté universitaire), de leur manque de connaissances de l'industrie et de leur surestimation de la valeur des DPI détenus par une université quand le produit final n'est pas encore développé. De plus, les enquêtes semblent indiquer un renforcement des difficultés à négocier avec les universités, mais elles ne concernent que les accords ponctuels et de très court terme, la coopération de long terme ayant plutôt tendance à limiter ces effets négatifs. Des résultats similaires sont indiqués par Hall *et al.* (2001) sur des contrats de court terme pour des tests de *screening* en biotechnologie.

Par ailleurs, le rôle des brevets est également renforcé dans le cadre des coopérations, du fait de leur utilisation comme outils de marchandage pour conclure des accords (Hertzfeld *et al.*, 2006). Dans ce cas, les firmes utilisent des brevets déposés sur des connaissances antérieures pour conclure des accords portant sur de nouveaux projets, comme « signal » de leurs compétences (Arundel, Patel, 2003).

La hiérarchie des moyens d'appropriation indiquée par Arundel (2001) devrait donc être modifiée dans le cadre de la coopération et la place du brevet devrait être plus importante. Néanmoins, il existe peu de travaux empiriques vérifiant cette hypothèse. Pour éviter l'aspect utilisation stratégique, il devient nécessaire de mesurer l'utilisation des brevets sur l'output d'innovation des projets en cours. Cette approche a été tentée par Hertzfeld *et al.* (2006). Ils ont montré que les

deux premiers moyens de management de l'output d'innovation cités par les entreprises étaient le brevet et le secret. Toutefois, leur étude n'a porté que sur un échantillon de 54 entreprises appartenant principalement aux secteurs de la chimie, de la fabrication d'instruments et du transport ; or les 2 premiers secteurs sont parmi ceux qui brevètent le plus (Arundel, Kabla, 1998). Dans la suite de l'article, nous testerons les hypothèses suivantes :

H1 : Dans le cadre de la coopération pour innover, la hiérarchie des moyens d'appropriation est modifiée par rapport au fait de ne pas coopérer.

H1' : L'importance du brevet devrait être renforcée mais les moyens alternatifs d'appropriation de l'innovation devraient rester dominants par rapport à l'utilisation des brevets.

■ Données

L'enquête communautaire sur l'innovation CIS3 a pour objectif de mesurer les pratiques d'innovation des firmes européennes ; elle porte sur la période 1998-2000. En France, elle a été réalisée par le Sessi pour les entreprises de l'industrie manufacturière, le SCEES pour les IAA, l'Insee pour les services, le ministère de la recherche pour la R & D, la banque et les assurances. L'enquête couvre le secteur des services sur un champ réduit : les télécommunications, l'informatique, le commerce de gros (hors intermédiaire de commerce), les banques et assurances, les services de R & D. L'enquête concerne les entreprises de 20 salariés et plus sauf pour les services où le questionnaire a été adressé à un échantillon représentatif d'entreprises de plus de 10 salariés. Dans l'industrie manufacturière (hors agroalimentaire), l'enquête est exhaustive pour les entreprises de plus de 500 salariés. Les entreprises de 20 à 49 salariés ont été interrogées avec un taux de sondage de 1/8, celles de 50 à 99 salariés un taux de 1/4, et celles de 100 à 499 salariés un taux de 1/2. Dans les industries agroalimentaires, l'enquête est exhaustive pour les entreprises de plus de 250 salariés. Les entreprises de 20 à 49 salariés sont interrogées avec un taux de sondage variant de 1/10 à 1/2 et celles de 50 à 249 salariés avec un taux variant de 1/2 à 1/5. Finalement, les réponses de 7 016 entreprises ont été enregistrées pour cette version de l'enquête.

Le concept d'innovation est défini par le manuel d'Oslo (OCDE, 2005). Une firme innovante en produit est une firme qui a introduit un produit significativement amélioré ou nouveau pour le marché dans la période précédant l'enquête. De manière symétrique, une firme innovante en procédés a introduit un procédé significativement amélioré ou nouveau pour le marché⁷.

Les firmes enquêtées doivent préciser si elles ont eu recours à des coopérations pour innover. Une coopération se définit comme une participation active de l'entreprise à un accord de R & D jointe ou à toute forme de projet d'innovation impliquant une autre organisation (qu'il s'agisse d'autres entreprises ou d'une organisation non commerciale). La sous-traitance en R & D est exclue de la définition car elle n'implique pas une participation active de la firme donneuse d'ordres.

Si les entreprises ont eu recours à des coopérations pour innover, elles doivent indiquer le partenaire de coopération ; 7 partenaires sont possibles : une autre entreprise du groupe, les fournisseurs d'équipement, les clients, les concurrents, les consultants, un laboratoire commercial de R & D, une université ou un organisme public de recherche. Nous n'avons retenu que les coopérations avec un partenaire national, les partenaires étrangers étant très peu nombreux dans le modèle. Finalement sur les 7 016 entreprises ayant répondu à l'enquête, seules 1 440 entreprises ont déclaré une coopération pour innover technologiquement.

⁷ L'enquête permet de prendre en compte des innovations de nature non technologique, organisationnelle et marketing, mais nous avons restreint le modèle à l'innovation technologique.

Ensuite, les firmes doivent indiquer si elles utilisent des moyens d'appropriation de l'innovation. La question couvre l'ensemble de la politique d'appropriation de l'entreprise quelle que soit la date à laquelle les DPI ont été obtenus.

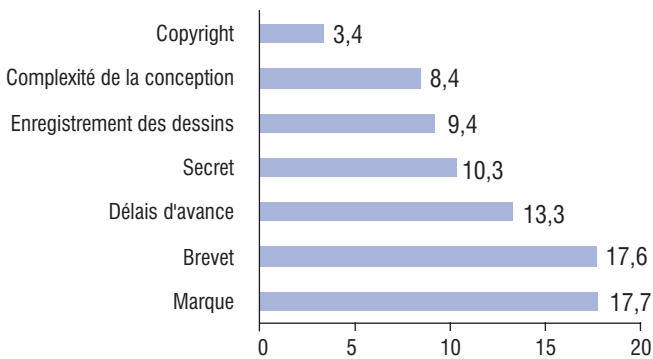
■ Résultats

Nous présenterons les résultats des statistiques descriptives d'abord pour l'ensemble des entreprises et ensuite pour celles qui coopèrent pour innover.

Globalement, les entreprises françaises utilisent peu les moyens d'appropriation de l'innovation, puisque le taux d'utilisation des différents moyens n'atteint jamais 20 %. Un moyen d'appropriation est utilisé de manière dominante : il s'agit des marques. Or ce moyen n'est pas souvent analysé dans la littérature. Le brevet est ensuite le moyen le plus utilisé, suivi par les délais d'avance sur les concurrents puis par le secret. L'utilisation du copyright est marginale (3,4 % d'utilisation globale). Par rapport aux enquêtes précédentes (Cohen *et al.*, 2000, Arundel, 2001), la hiérarchie des moyens d'appropriation est modifiée puisque le brevet était cité en dernière position par les entreprises, derrière les délais d'avance sur les concurrents, le secret et la complexité de la conception.

FIGURE 1
Les moyens d'appropriation de l'innovation

En % de l'ensemble des firmes



Parmi les 7 016 entreprises de départ, il y a une surreprésentation des entreprises de moins de 50 salariés, qui représentent 37,3 % de l'échantillon, et des 50 à 250 salariés représentant 35,2 %. Les plus de 250 salariés sont moins représentées avec 27,5 % de l'ensemble.

La hiérarchie des moyens d'appropriation (marque, brevet, délais d'avance sur les concurrents, secret) est conservée quelle que soit la taille des entreprises. Mais l'utilisation de l'ensemble des moyens d'appropriation est croissante avec la taille des entreprises. Les entreprises de moins de 50 salariés sous-utilisent systématiquement les moyens d'appropriation.

TABLEAU 1
Les moyens d'appropriation de l'innovation selon la taille des entreprises
 En % de l'ensemble des entreprises

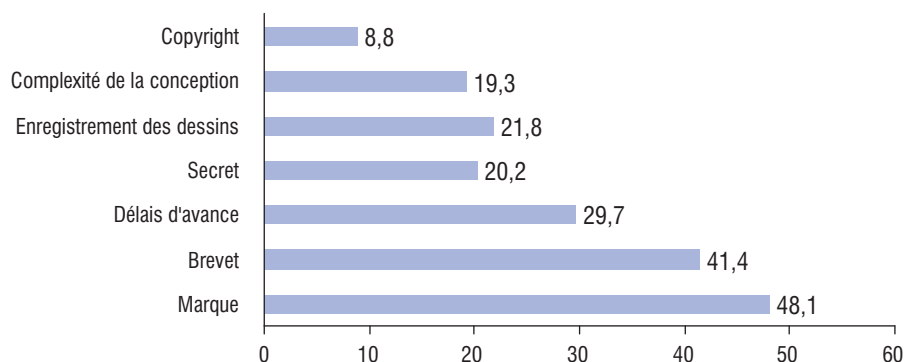
	Entreprises de 48 salariés et moins	Entreprises de 49 à 250 salariés	Entreprises de 251 salariés et plus	Ensemble
Brevet valide	13,3	21,1	39,4	17,6
Enregistrement des dessins	7,1	11,1	21,3	9,4
Marque	12,2	22,7	43,1	17,7
Copyright	2,4	4	9,1	3,4
Secret	7,9	11,9	23,5	10,3
Complexité de la conception	6,3	10,4	18,5	8,4
Délais d'avance	10,2	16,7	25,5	13,3
Ensemble des entreprises	37,2	35,2	27,5	

Note de lecture :

Premier chiffre : 13,3 % des entreprises de 48 salariés et moins ont un brevet valide.

Dernier chiffre de la colonne : 37,2 % des entreprises ont 48 salariés et moins.

FIGURE 2
Les moyens d'appropriation de l'innovation des entreprises qui coopèrent pour innover
 En %



Le fait de coopérer augmente le recours aux moyens d'appropriation pour l'ensemble des moyens utilisés et renforce les moyens légaux. L'utilisation des marques concerne dans ce cas presque la moitié des entreprises et l'utilisation des brevets atteint plus de 40 %. Même si le recours au copyright augmente, il reste relativement marginal.

L'utilisation des moyens d'appropriation de l'innovation était croissante avec la taille des entreprises ; le fait de coopérer pour innover conserve cette tendance mais en renforçant l'utilisation globale des moyens d'appropriation. Par contre, les entreprises de moins de 50 salariés continuent de sous-utiliser les moyens d'appropriation, y compris dans le cadre coopératif.

Les firmes qui coopèrent pour innover collaborent (par ordre décroissant) avec les fournisseurs d'équipement, les autres entreprises du groupe, les clients, des universités et des organismes publics de recherche, des consultants, des laboratoires commerciaux de R & D et enfin avec leurs concurrents.

TABLEAU 2**Les moyens d'appropriation de l'innovation des entreprises qui coopèrent selon la taille**

En %

	Entreprises de 48 salariés et moins	Entreprises de 49 à 250 salariés	Entreprises de 251 salariés et plus	Total (1)
Brevet valide	32	40	54,4	41,4
Enregistrement des dessins	12,1	23,2	30,5	21,8
Marque	37,2	47,4	61,8	48,1
Copyright	6	7,6	14	8,8
Secret	14,3	17,3	31,5	20,2
Complexité de la conception	16,3	17,8	25,1	19,3
Délais d'avance	25,7	28,9	35,5	29,7

(1) Le total est supérieur à 100 car les entreprises peuvent utiliser plusieurs moyens d'appropriation.

Si l'on excepte les relations intragroupe, les entreprises privilégient les relations clients-fournisseurs pour nouer des coopérations liées à l'innovation, ce qui corrobore les travaux de Miotti, Sachwald (2003), qui soulignaient déjà la prépondérance des relations de coopération verticales par rapport aux relations horizontales. Les coopérations avec les universités et les organismes publics de recherche sont également nombreuses ; elles concernent 32 et 30 % des entreprises respectivement. En revanche, les coopérations avec les laboratoires commerciaux de R & D sont relativement limitées, de même que les coopérations avec les concurrents qui concernent moins du quart des entreprises.

TABLEAU 3**Les partenaires de coopération des firmes innovantes**

En %

Type de coopération	En % (1)
Fournisseurs d'équipements	53,0
Autre entreprise du groupe	45,5
Clients	36,8
Universités	31,8
Organismes publics de recherche	29,1
Consultants	27,0
Laboratoires commerciaux de R & D	23,8
Concurrents	22,8

(1) Le nombre total de coopérations peut être supérieur à 100 du fait que les entreprises peuvent avoir plusieurs partenaires de coopération.

Les entreprises qui coopèrent avec une autre entreprise du groupe utilisent comme premier moyen d'appropriation leur marque, ensuite les brevets, puis le secret et l'enregistrement du dessin à égalité, et le copyright.

Les coopérations avec les fournisseurs d'équipements donnent essentiellement lieu à l'utilisation de la marque, puis à celle des délais d'avance sur les concurrents. Les coopérations avec les clients donnent lieu à l'utilisation de la marque, du brevet, des délais d'avance et du secret. Les coopérations avec les concurrents ne sont significatives que pour l'utilisation de la marque, des délais d'avance sur les concurrents et du copyright. Les coopérations avec les consultants et les laboratoires commerciaux de R & D présentent un profil assez similaire. L'utilisation de la marque est dominante, suivie par le brevet, les délais d'avance, le secret puis l'enregistrement

des dessins et la complexité de la conception et enfin le copyright. De même, le profil des coopérations avec les universités et les organismes publics de recherche est très proche. La seule différence réside dans le fait que l'utilisation des délais d'avance est non significative dans le cadre des coopérations avec les universités.

TABLEAU 4

Les moyens d'appropriation de l'innovation en fonction du partenaire de coopération

En % des entreprises innovantes

Type de coopération	Marque	Brevet	Délais d'avance	Secret	Enregistrement des dessins	Complexité conception	Copyright
Autre entreprise du groupe	53,1	46,9	ns	24,3	23,8	ns	11,5
Fournisseurs d'équipements	51,3	ns	32,1	ns	ns	ns	ns
Clients	53,3	43,7	35,4	24,6	ns	23,6	ns
Concurrents	43,9	ns	32,7	ns	ns	ns	10,8
Consultants	53,4	47,6	ns	27,8	27,2	22,8	13,3
Labos commerciaux de R & D	51,6	47,7	32,8	30,3	27,5	23,1	13,9
Universités	59	48,1	ns	27,1	30,9	23,6	10,5
Organismes publics de recherche	58,4	45,8	33,1	27,1	26,3	21,7	12,7

Les statistiques descriptives nous ont permis de montrer que le premier moyen d'appropriation de l'innovation utilisé par les entreprises est la marque, moyen qui est peu analysé dans la littérature. Mais, contrairement aux enquêtes précédentes, nous montrons également que le brevet est le moyen cité par les entreprises quasiment à égalité avec la marque. La hiérarchie des moyens d'appropriation cités dans les enquêtes précédentes est donc modifiée. Plus les entreprises sont grandes et plus elles utilisent de moyens d'appropriation, le fait de coopérer renforce cet effet.

Les tris croisés mettent ensuite en évidence que l'ensemble des moyens d'appropriation est utilisé dans tous les types de coopération. Ils ne mettent pas en évidence une association privilégiée entre un partenaire de coopération et un moyen d'appropriation. Nous avons donc testé ensuite dans le modèle économétrique cette association.

■ Modèle économétrique : Modes d'appropriation de l'innovation des firmes qui coopèrent pour innover

Méthode

Nous utilisons le modèle de régression logistique afin de tester si un moyen particulier d'appropriation est lié à un type de partenaire de coopération spécifique.

Les variables utilisées dans les modèles sont décrites en annexe, ainsi que la façon dont elles ont été discrétisées⁸. Nous estimerons 7 modèles (un modèle par type d'appropriation) sur l'échantillon des 1 440 entreprises innovantes qui ont déclaré coopérer pour innover.

Pour une firme i , on peut définir la probabilité P_i que la firme utilise ou non tel type de moyen d'appropriation. L'utilisation par la firme de tel type d'appropriation de l'innovation dépend d'un vecteur de variables Z_i désignant des caractéristiques propres à chaque firme (variables explicatives).

⁸ La discrétisation permet de diviser des séries statistiques en classe qualitative.

$$P_i = \text{proba}[PRO_i=1]=F(Z_i, \beta)$$

où PRO_i est une variable dichotomique qui prend la valeur 1 si la firme choisit tel type de mode d'appropriation de l'innovation (par exemple le brevet, la marque...) et 0 sinon pour $i=1, \dots, n$ (avec $n=1\ 440$ entreprises). Il s'agit donc d'un modèle de choix binaire (dichotomique). Le vecteur β reflète l'effet marginal - positif ou négatif - des changements dans Z_i sur la probabilité P_i . $F(\cdot)$ désigne la fonction de répartition d'une loi de probabilité continue. La variable à expliquer étant dichotomique, la fonction de répartition logistique est la plus appropriée [Amemiya (1981), Gourieroux (1984)]. L'estimation du vecteur des coefficients β - inconnus du modèle est obtenue par la méthode du « maximum de vraisemblance ».

Le modèle logistique va nous permettre de déterminer les odd-ratios (rapport de cote) ; ils représentent la force de l'association qui existe entre, par exemple, un mode de coopération et un type d'appropriation de l'innovation. Il s'agit d'une estimation du risque relatif de l'association d'un mode de coopération à un type d'appropriation de l'innovation. Cela nous permettra de classer pour chaque type de coopération le type d'appropriation de l'innovation le plus fréquemment utilisé.

Résultats

L'appartenance sectorielle des entreprises est globalement peu significative ; elle est associée uniquement à deux moyens d'appropriation : la marque pour le secteur de la R & D et le copyright pour le secteur des biens de consommation et celui des biens intermédiaires.

Le type d'innovation développé a un impact sur l'utilisation de 3 moyens d'appropriation : le brevet, la marque et le secret. Ainsi, le fait de développer plutôt des innovations de procédé est positivement et significativement associé au fait d'utiliser le brevet. Par contre, le fait de développer des innovations de procédé est lié négativement à l'utilisation du secret. Enfin, faire simultanément des innovations de produit et de process est positivement et significativement associé à l'utilisation de la marque.

La taille de l'entreprise a une importance dans l'explication de l'utilisation des moyens d'appropriation de l'innovation. Le fait d'utiliser la marque est lié positivement au fait d'être une entreprise de grande taille et négativement au fait d'être une entreprise de petite taille. L'enregistrement des dessins et modèles (qui est aussi un moyen légal d'appropriation de l'innovation) est lié négativement avec le fait d'être une entreprise de petite taille. Le brevet et le copyright sont corrélés positivement avec le fait d'être une entreprise de grande taille. En ce qui concerne les moyens stratégiques d'appropriation de l'innovation, seul le secret est corrélé positivement avec le fait d'être une entreprise de grande taille. Il n'y a pas de corrélation entre taille de l'entreprise et avance sur les concurrents et complexité de la conception.

Ainsi, la taille de l'entreprise est liée à l'utilisation des moyens d'appropriation de l'innovation. L'utilisation des moyens légaux d'appropriation est corrélée positivement et significativement avec la taille. Le recours aux brevets est lié à la taille des entreprises, ce qui est cohérent avec les résultats d'Arundel (2001). De même, l'utilisation des marques est corrélée positivement à la taille, ce qui, comme le brevet, peut s'expliquer par le coût d'obtention de ce type de droit de propriété. L'utilisation des marques est liée aux dépenses de publicité ; or ce sont les grandes entreprises qui dépensent le plus dans ce domaine (CPCI, 2005). De plus, l'enregistrement des dessins et des modèles est négativement associé au fait d'être une petite entreprise. Plusieurs éléments peuvent jouer dans ce cas. Ce type de droit est relativement coûteux. Par ailleurs, il protège l'aspect visuel et esthétique des produits ; or il est possible qu'il ne soit pas dans la culture des PME de considérer ce type de caractéristique comme faisant partie du capital immatériel de l'entreprise et devant être protégé comme tel. Enfin, l'utilisation du copyright est également le fait des entreprises les plus grandes.

En ce qui concerne les moyens stratégiques d'appropriation de l'innovation, seul le secret est corrélé positivement avec le fait d'être une entreprise de grande taille. Le secret a longtemps été conçu comme un moyen d'appropriation de l'innovation relativement peu coûteux pour les entreprises. Or ceci sous-estime les coûts associés à la mise en œuvre de procédures de secret efficaces (Eisenberg, 2008⁹). Il n'y a pas de corrélation entre la taille des entreprises et l'utilisation de l'avance sur les concurrents ni avec la complexité de la conception.

Certains moyens d'appropriation sont bien spécifiquement liés à un type de partenaire de coopération (tableau 5). C'est le cas de deux moyens stratégiques, les délais d'avance sur les concurrents et la complexité de la conception, qui sont respectivement liés à une coopération avec un laboratoire commercial de R & D et avec les clients. Mais c'est le cas également pour un moyen légal, l'enregistrement des dessins et modèles lié aux coopérations avec les universités.

Au contraire, d'autres moyens sont associés à plusieurs partenaires de coopération possibles. Il s'agit du secret et du copyright liés à 3 partenaires de coopération. L'utilisation du secret est corrélée aux laboratoires commerciaux de R & D, aux universités et aux clients. Le copyright est lié à la coopération avec les autres entreprises du groupe, les concurrents et les laboratoires commerciaux de R & D. Le brevet et la marque sont quant à eux utilisés par deux partenaires de coopération, respectivement les consultants et les laboratoires commerciaux de R & D pour le brevet, et les universités et les laboratoires de recherche publics pour la marque. Ainsi, on peut dire que les moyens légaux d'appropriation de l'innovation sont plus liés à des partenaires de coopération multiples (2 ou 3 partenaires sauf l'enregistrement du dessin) et les moyens stratégiques à un nombre plus restreint de partenaires (1 partenaire à l'exception du secret).

De plus, l'ensemble des moyens d'appropriation de l'innovation est associé à une probabilité positive d'utiliser un autre moyen d'appropriation. Ceci tend à indiquer une complémentarité dans l'utilisation des moyens d'appropriation.

TABLEAU 5
Moyens d'appropriation et types de partenaires de coopération

Moyen d'appropriation :	Partenaire de coopération :
Brevet	Consultants Laboratoires commerciaux de R & D
Marque	Universités Organismes publics de recherche
Délais d'avance sur les concurrents	Laboratoires commerciaux de R & D
Secret	Clients Laboratoires commerciaux de R & D Universités
Enregistrement des dessins et modèles	Universités
Complexité de la conception	Clients
Copyright	Autre entreprise du groupe Concurrents Laboratoires commerciaux de R & D

⁹ Les coûts de maintien du secret peuvent inclure des coûts de construction de bâtiments pour empêcher le public d'avoir accès à l'usine, des coûts empêchant les employés de divulguer l'information.... À notre connaissance, ces coûts n'ont pas été chiffrés précisément dans la littérature.

Odd-Ratios

Nous utilisons ensuite la méthode des odd-ratios pour compléter l'analyse. Cette approche permet d'estimer la force de l'association qui existe entre un mode de coopération et un type d'appropriation de l'innovation. De plus, elle permet ensuite de mesurer la probabilité relative de préférer l'utilisation d'un moyen donné d'appropriation de l'innovation par rapport à un autre moyen.

TABLEAU 6
Odd-Ratios : risque d'utiliser tel mode d'appropriation de l'innovation ajusté sur le type de partenaire de coopération

Coopération avec :	Utilisant :	Odd-ratios :
Laboratoires commerciaux de R & D	Avance	1,365
	Secret	1,371
	Brevet	1,404
	Copyright	1,584
Universités	Secret	1,39
	Dessins et modèles	1,499
	Marque	1,681
Clients	Complexité de la conception	1,291
	Secret	1,337
Autre entreprise du groupe	Copyright	1,7
Organismes publics de recherche	Marque	1,467
Concurrents	Copyright	1,436
Consultants	Brevet	1,332

Lecture :

Une entreprise qui coopère avec un laboratoire de R & D privé à 1,365 fois plus de chance d'utiliser le délai d'avance sur les concurrents qu'une entreprise qui ne coopère pas avec un laboratoire de R & D privé.

Pour les entreprises qui coopèrent avec les laboratoires commerciaux de R & D par rapport à celles qui ne coopèrent pas avec des laboratoires commerciaux, la fréquence d'utilisation relative du copyright est la plus élevée (1,584) suivie de l'utilisation du brevet (1,404), puis du secret (1,371), et enfin des délais d'avance (1,365). Le copyright est le mode d'appropriation le plus relativement fréquemment utilisé par les entreprises qui coopèrent avec les laboratoires commerciaux de R & D.

Au sein des entreprises qui coopèrent avec les universités, c'est la fréquence d'utilisation relative des marques qui est la plus élevée (1,681), ensuite celle de l'enregistrement des dessins et modèles (1,499), et enfin celle du secret (1,39). Parmi les entreprises qui coopèrent avec leurs clients c'est la fréquence d'utilisation relative du secret (1,337) qui est la plus élevée devant la complexité de la conception (1,291).

Enfin, les entreprises qui coopèrent avec d'autres entreprises du groupe ont 1,7 fois plus de chance d'utiliser le copyright que celles qui ne coopèrent pas avec des entreprises du groupe. Les entreprises qui coopèrent avec des organismes publics de recherche ont 1,467 fois plus de chance d'utiliser la marque que celles qui ne coopèrent pas avec ce type de partenaire. Les entreprises qui coopèrent avec des concurrents ont 1,436 fois plus de chance d'utiliser le brevet que celles qui ne coopèrent pas avec eux. Enfin, les entreprises qui coopèrent avec des consultants ont 1,332 fois plus de chance d'utiliser la complexité de la conception que celles qui ne coopèrent pas avec eux.

Aucun moyen spécifique d'appropriation n'est associé avec les coopérations avec les fournisseurs d'équipements qui sont pourtant le second partenaire en termes de nombre d'accords conclus.

Nos résultats permettent de relativiser la place de l'utilisation des brevets dans l'appropriation de l'innovation dans le cadre des coopérations. Le brevet est significativement lié à seulement 2 types de coopérations (laboratoires commerciaux de R & D et consultants). Ceci est cohérent avec le résultat des travaux précédents (Arundel, 2001).

Enfin, le tableau montre que l'appropriation ne recoupe pas l'opposition entre partenaires publics de coopération et utilisation de moyens légaux, et coopération avec des partenaires privés et utilisation de moyens stratégiques d'appropriation. Au contraire, deux grands types d'association apparaissent.

Le premier relie un partenaire de coopération et un seul moyen d'appropriation de l'innovation. C'est le cas des coopérations avec les consultants, les concurrents et les organismes publics de recherche et les autres entreprises du groupe.

Le second associe plusieurs moyens d'appropriation à un partenaire de coopération. Ceci correspond aux accords de coopération conclus avec les laboratoires commerciaux de R & D - dans ce cas 4 moyens d'appropriation spécifiques à chaque accord ressortent - ou avec une université et seuls 3 moyens d'appropriation y sont significativement associés, mais également très spécifiques, en particulier le recours à l'enregistrement des dessins. Dans ces deux types de coopération, les défauts d'appropriation sont sensibles pour les firmes. Les laboratoires commerciaux de R & D, comme les universités, sont en fait susceptibles de développer des innovations relativement proches pour des concurrents de la firme innovante. Il est donc relativement normal que les moyens d'appropriation soient plus développés que pour les autres partenaires.

De plus, le profil de coopération avec les organismes publics et celui avec les universités est en fait différent, contrairement à la proximité que semblaient montrer les statistiques descriptives. Dans le premier cas, il conduit à l'utilisation d'un seul moyen d'appropriation, alors que dans le second les moyens sont multiples.

Notons aussi que pour les partenaires de coopération impliquant de nombreux moyens d'appropriation (laboratoires commerciaux de R & D et universités), ce sont les moyens d'appropriation légaux qui sont les plus fréquemment utilisés (respectivement le copyright pour les laboratoires commerciaux de R & D et la marque pour les universités) par rapport aux moyens stratégiques d'appropriation.

■ Conclusion

Nous cherchions le lien entre un partenaire de coopération et un moyen particulier d'appropriation des innovations. Par rapport aux enquêtes précédentes, nous obtenons une hiérarchie modifiée des moyens d'appropriation dans laquelle l'usage des marques occupe la première place suivi par celui des brevets. Le fait de coopérer pour innover est associé à une augmentation de l'utilisation de l'ensemble des moyens d'appropriation et pas uniquement du brevet.

Le modèle logit nous permet ensuite de montrer qu'il y a bien une spécificité de l'appropriation en fonction des partenaires de coopération. Nos résultats permettent de relativiser l'importance de l'utilisation du brevet par rapport aux autres moyens d'appropriation. Le brevet est en fait surtout associé à un type de partenaire de coopération particulier : soit les consultants, soit les laboratoires commerciaux de R & D. De plus, le brevet occulte souvent l'usage des moyens d'appropriation alternatifs et en particulier la marque, très peu prise en compte dans la littérature économique mais premier moyen employé par les entreprises. D'autre part, nos résultats montrent que certains moyens d'appropriation sont spécifiques d'un type de partenaire de coopération alors que d'autres moyens sont utilisés dans le cadre de plusieurs types d'accords. Les moyens légaux d'appropriation de l'innovation sont plus liés à des partenaires de coopération multiples (2 ou 3 partenaires sauf l'enregistrement du dessin) et les moyens stratégiques à un nombre plus restreint de partenaires (1 partenaire à l'exception du secret).

Le schéma d'appropriation ne recoupe pas le lien entre un partenaire privé et l'utilisation des moyens stratégiques d'appropriation et la coopération avec un partenaire public et l'utilisation de moyens légaux. Il semble surtout que l'on ne puisse pas limiter l'appropriation à l'utilisation d'un seul moyen, mais que les complémentarités entre les moyens utilisés soient fortes.

Enfin, pour les partenaires de coopération impliquant de nombreux moyens d'appropriation, ce sont les moyens d'appropriation légaux qui sont le plus fréquemment utilisés (respectivement le copyright pour les laboratoires commerciaux de R & D et la marque pour les universités) par rapport aux moyens stratégiques d'appropriation.

Bibliographie

- Amemiya T., « Qualitative response models : a survey », *Journal of Economic Literature*, 1981, vol.19, n°5, p.777-795.
- Arrow K., « Economic welfare and the allocation of resources for invention », in Nelson R., (ed) *The rate and direction of inventive activity*, Princeton, Princeton University Press, 1962, p. 609-625.
- Arundel A., « The relative effectiveness of patents and secrecy for appropriation », *Research Policy*, 2001, 30, p. 611-624.
- Arundel A., Kabla, I., « What percentage of innovations are patented ? Empirical estimates for European firms », *Research Policy*, 1998, 27, p. 127-141.
- Arundel A., Patel P., « Strategic patenting », Background report for the trend chart policy benchmarking workshop New trends in IPR policy, Luxembourg, 2003, 3-4 june.
- Belderbos R., Caree, Diederer B., Lokshin B., Veugelers R., « Heterogeneity in R & D cooperation strategies », *International Journal of Industrial Organization*, 2004, 22, p, 1237-1263.
- Bessant J., Rush H., « Building bridges for innovation the role of consultants in technology transfer », *Research Policy*, 1995, 24, p. 97-114.
- Brouwer E., Kleinknecht A., « Innovative output and the firm propensity to patent. An exploration of CIS microdata », *Research Policy*, 1999, 28, p.615-624.
- Campart S., Pfister E., « Les conflits juridiques liés à la propriété industrielle : le cas de l'industrie pharmaceutique et biotechnologique », *Revue d'économie industrielle*, 2002, 99, p. 87-106.
- Cassiman B., Veugelers R., « R & D cooperation between firms and universities. Some empirical evidence from Belgian manufacturing », *International Journal of Industrial Organization*, 2005, 23, p. 355-379.
- Cohen W., Levinthal W., « Innovation and learning : the 2 faces of R & D », *The Economic Journal*, September 1989, 99, p.569-596.
- Cohen W., Walsh R. « Appropriability conditions and why firms patent and why they do not in the American manufacturing sector », Mimeo Canergie Mellon University, Pittsburgh, 1998.
- Cohen W., Nelson R., Walsh J., « Protecting their intellectual assets. Appropriability conditions and why US manufacturing firms patent (or not) », *NBER working papers series*, 2000, 7552.
- Contractor FJ., Lorange P., (eds), « Cooperative strategies in international business », New York, *Lexington Books*, 1988.
- CPCI, « Les dépenses de publicité dans l'industrie manufacturière », [on line] URL< <http://www.industrie.gouv.fr>, 2005.
- Doern GB., « Global change and intellectual property agencies », Pinter, London, 1999.
- Eisenberg H., « Patent Law you can use patent vs trade secret », [on line] <URL http://www.yale-university.org/ocr/pfg/guidelines/docs/patent_vs_trade_secret.pdf, 2008.

ETAN (European Technology Assessment Network), « Strategic dimension of intellectual property rights in the context of science and technology policy », ETAN WP, DG13, European commission, Luxembourg.[On line], URL<www.cordis.lu, 1999.

Garette B., Dussauge P., « Les stratégies d'alliance », *Les éditions d'organisation*, 1995.

Gourieroux C., « Econométrie des variables qualitatives », *Economica*, Paris, 1984.

Guellec D., « Economie de l'innovation », *Repères la découverte*, Paris, 1999.

Hagedoorn J., « Interfirms R & D partnerships : an overview of major trends and patterns since 1960 », *Research Policy*, 2002, 31, p. 477-492.

Hall B., Link An., Scott JT., « barriers inhibiting industry from partnering with universities : evidence from the technology program », *Journal of technology transfer*, 2001, 26, p. 87-98.

Hamel P., « Competition for competence and inter partner learning within international alliances », *Strategic Management Journal*, 1991, 12, p. 83-103.

Harabi N., « Appropriability of technical innovations : an empirical analysis », *Research Policy*, 1995, 24, p. 981-992.

Hertzfeld H., Link A., Vonortas N., « Intellectual property protection mechanisms in research partnerships », 2006, 35, 825-838.

Hippel E., « The dominant role of the user in scientific instrument innovation process », *Research Policy*, 1976, 5, 3.

INPI disponible sur <http://www.inpi.fr>.

Klepper S., « Entry exit growth and innovation under the product life cycle », *American Economic Review*, 1996, 86, p. 562-583.

Kortum S., Lerner J., « What is behind the recent surge in patenting ? », *Research policy*, 1999, 28, 1.

Lelarge C., « Les dépôts de brevets des entreprises industrielles françaises. Un bilan contrasté face aux enjeux de la propriété industrielle », *Le 4 pages des statistiques industrielles*, 2007, 237.

Levin RC., Klevorick RR., Nelson R., Winter S., « Appropriating the returns from industrial research and development », *Brooking Papers on economic activity*, 1987, p. 783-821.

Mansfield, E., Schwartz, M., et Wagner, S. « Imitation costs and patents an emprical study », *The Economic Journal*, 1981, 91, 364, p. 907-918.

Mariti P., Smiley RH., « Cooperative agreements and the organization of industry », *Journal of industrial economics*, 1983, 31, 4, p. 437-451.

Maurer S., Zugelder M., « Trade secret management in high technology : a legal review and research agenda », *The Journal of High Technology Management Reseaech*, 2000, 11, 2, p. 155-174.

Mazzoleni R., Nelson R., « The benefits and costs of strong patents protection : a contribution to the current debate », *Research policy*, 1998, 27, p. 273-284.

Mendoza S., Santos Perreira S., Mira Godinho M., « Trademarks as an indicator of innovation and industrial change », *Research Policy*, 2004, 33, p. 1385-1404.

Miotti L., Sachwald F., « Cooperative R & D : why and with whom ? An integrated framework of analysis », *Research Policy*, 2003, 32, p. 1481-1499.

- Mowery D., Oxley J., Silverman B., « Technological overlap and inter firm cooperation : implications for the resource-based view of the firm », *Research Policy*, 1998, 27, p. 507-523.
- OCDE, « La mesure des activités scientifiques et technologiques. Principes directeurs pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation technologique », Manuel d'Oslo, 2005, 102 p.
- Pisano G., « The R & D boundaries of the firm: an empirical analysis », *Administrative Science Quarterly*, 1990, 35, p. 153-176.
- Sachwald F., « Cooperative agreements and the theory of the firm : focusing on barriers to change », *Journal of Economic Behaviour and Organization*, 1998, 35, p. 203-225.
- Scherer FM., « Firm size, market structure opportunity and the output of patented innovation », *American Economic review*, 1965, p. 1097-1125.
- Scotchmer S., Green J., « Novelty and disclosure in patent law », *Rand Journal of economics*, 1990, 21, p. 131-146.
- Teece D., « Competition, Cooperation and innovation. Organizational arrangements for regimes of rapid technological progress », *Journal of Economic Behaviour and Organization*, 1992, 18, p. 1-25.
- Tether B., « Who co-operates for innovation and why : an empirical analysis », *Research Policy*, 2002, 31, p. 947-967.
- Velling J., « Germany's technological performance. Bundesministerium fur bildung und forschung », Available at <http://www.bmbf.de/pub/germanys-technological.performances.2001.pdf>, 2002.

Annexes

■ Annexe 1 : Les variables du modèle

Principales variables :

Les variables utilisées dans les estimations économétriques sont les suivantes :

Variables à expliquer :

Moyens d'appropriation de l'innovation.

PAVal : brevet valide fin 2000 : variable dichotomique 0/1 Non/Oui

Proreg : enregistrement du dessin : variable dichotomique 0/1 Non/Oui

Protm : utilisation de la marque : variable dichotomique 0/1 Non/Oui

Procp : copyright : variable dichotomique 0/1 Non/Oui

Prosec : secret : variable dichotomique 0/1 Non/Oui

Prodes : complexité de la conception : variable dichotomique 0/1 Non/Oui

Protim : délais d'avance sur les concurrents : variable dichotomique 0/1 Non/Oui

Variables explicatives :

Secteur :

IAA : Industrie agroalimentaire

BC : Biens de consommation

BE : Biens d'équipement

BI : Biens intermédiaires (référence)

NRJ : Énergie

S : Services

RD : Recherche & Développement

Inpdt : innovation de produit seulement : variable dichotomique 0/1 Non/Oui

Inpcs : innovation de procédé seulement : variable dichotomique 0/1 Non/Oui

Inpdtpcs : innovation de produit et de procédé simultanément 0/1 Non/Oui

Taille de l'entreprise en nombre de salariés :

Empp : Entreprise de petite taille de 1 à 49 salariés

Empm : Entreprise de taille moyenne de 50 à 249 salariés (référence)

Empg : Entreprise de grande taille, à partir de 250 salariés

Coopération pour innover :

CO11 : accord avec une autre entreprise du groupe : variable dichotomique 0/1 Non/Oui

CO21 : avec un fournisseur d'équipement : variable dichotomique 0/1 Non/Oui

CO31 : avec les clients : variable dichotomique 0/1 Non/Oui

CO41 : avec les concurrents : variable dichotomique 0/1 Non/Oui

CO51 : avec les consultants : variable dichotomique 0/1 Non/Oui

CO61 : avec un laboratoire commercial de R & D : variable dichotomique 0/1 Non/Oui

CO 71 : avec une université : variable dichotomique 0/1 Non/Oui

CO 81 : avec un organisme public de recherche : variable dichotomique 0/1 Non/Oui

Autres moyens d'appropriation de l'innovation que le moyen d'appropriation testé dans le modèle :

variable dichotomique 0/1 Non/Oui

■ Annexe 2 : Résultats économétriques du modèle logistique

Estimation des facteurs explicatifs de l'appropriation de l'innovation dans le cadre de la coopération

Échantillon: l'ensemble des entreprises qui coopèrent pour innover, n=1440 entreprises							
Variables expliquées	Brevet	Marque	Avance	Secret	Dessins et modèles	Complexité	Copyright
Constante	-2,5818 0,2433**	-0,7966 0,1680***	-1,9522 0,1971***	-3,2915 0,3396*	-2,8965 0,3106***	-3,0743 0,3266***	-4,9823 0,5621***
Secteur							
IAA	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Biens de consommation	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,5338 0,2613*
Biens d'équipement	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,7365 0,2152**
Biens intermédiaires	ref	ref	ref	ref	ref	ref	ref
Énergie	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Services	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
R & D	ns	1,8317 0,4968**	ns	ns	ns	ns	ns
Innovation de produit seulement	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Innovation de procédé seulement	0,3215 0,1169*	ns	ns	-0,2998 0,1386*	ns	ns	ns
Innovation de produit et de procédé simultanément	ns	0,259 0,1169**	ns	ns	ns	ns	ns
Taille de l'entreprise <50 salariés	ns	-0,3094 0,1823*	ns	ns	-0,5280 0,2331*	ns	ns
Taille de l'entreprise >50 et <250 salariés	ref	ref	ref	ref	ref	ref	ref
Taille de l'entreprise >250 salariés	0,5282	0,4504	0,7369	0,1510***	ns	ns	0,5565
Coopération entre entreprises au sein du même groupe	0,1284***	0,1273*	ns	0,1510***	ns	ns	0,2035**
Coopération avec les clients	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,5306 0,1815**
Coopération avec les concurrents	ns	ns	ns	0,2903 0,1298*	ns	0,2554 0,1296*	ns
Coopération avec les consultants	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,3618 0,1805*
Coopération avec des laboratoires de R & D privés	0,2869 0,1283**	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Coopération avec des laboratoires de R & D publics	0,3396 0,1315**	ns	0,3109 0,1241**	0,3154 0,1390*	ns	ns	0,4601 0,1756**
Coopération avec les universités	ns	0,5194 0,1295***	ns	0,3297 0,1289**	0,4045 0,1228**	ns	ns
Coopération avec des organismes publics de R & D	ns	0,3836 0,1325**	ns	ns	ns	ns	ns
Utilisation d'un autre mode d'appropriation de l'innovation	2,115 0,2188***	0,4383 0,1297**	1,3288 0,2055***	1,8238 0,3199***	1,9269 0,3054***	1,8849 0,3312***	1,8688 0,5170**
-2 Log L	1994,086	1972,688	1831,771	1662,006	1718,546	1530,549	1096,717
Test du ratio du max. de vraisemblance	217,1193***	157,2522***	64,4743***	139,2817***	106,5675***	61,3516***	96,4612***
Taux de classification	66,40 %	68,00 %	38,40 %	67,10 %	55,20 %	39,50 %	70,60 %

*Coefficient significatif au seuil de 5 % à 1 %,

Coefficient significatif au seuil de 1 % à 1 pour mille, *Coefficient significatif au seuil de 1 pour dix mille.

Odd-Ratios du risque d'utiliser tel mode d'appropriation de l'innovation ajusté sur les variables explicatives

Odd-Ratios							
Variabes expliquées	Brevet	Marque	Avance	Secret	Dessins et modèles	Complexité	Copyright
Secteur							
Biens de consommation	ns	ns	ns	ns	ns	ns	1,705 (1,022-2,846)*
Biens d'équipement	ns	ns	ns	ns	ns	ns	2,089 (1,370-3,185)***
Biens intermédiaires	ref	ref	ref	ref	ref	ref	ref
R & D	ns	6,244 (2,358-16,535)**	ns	ns	ns	ns	ns
Innovation de produit et de procédé simultanément							
	ns	1,296 (1,030-1,629)*	ns	ns	ns	ns	ns
Innovation de procédé seulement							
	1,298 (1,015-1,659)*	ns	ns	0,741 (0,565-0,972)*	ns	ns	ns
Taille de l'entreprise < 50 salariés							
	ns	ns	ns	ns	0,59 (0,373-0,931)*	ns	ns
Taille de l'entreprise > 50 et < 250 salariés							
	ref	ref	ref	ref	ref	ref	ref
Taille de l'entreprise > 250 salariés							
	1,696 (1,319-2,181)***	1,569 (1,222-2,014)**	ns	2,089 (1,554-2,809)***	ns	ns	1,745 (1,171-2,599)**
Coopération entre entreprises au sein du même groupe							
	ns	ns	ns	ns	ns	ns	1,7 (1,191-2,426)**
Coopération avec les clients							
	ns	ns	ns	1,337 (1,037-1,724)*	ns	1,291 (1,001-1,664)*	ns
Coopération avec les concurrents							
	ns	ns	ns	ns	ns	ns	1,436 (1,008-2,046)**
Coopération avec les consultants							
	1,332 (1,036-1,713)*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Coopération avec des laboratoires commerciaux de R & D							
	1,404 (1,085-1,817)**	ns	1,365 (1,070-1,741)**	1,371 (1,044-1,80)*	ns	ns	1,584 (1,123-2,235)**
Coopération avec les universités							
	ns	1,681 (1,304-2,167)***	ns	1,39 (1,072-1,804)*	1,499 (1,178-1,907)**	ns	ns
Coopération avec des organismes publics de R & D							
	ns	1,467 (1,132-1,903)**	ns	ns	ns	ns	ns
Utilisation d'un autre mode d'appropriation de l'innovation							
	8,289 (5,399-12,728)***	1,55 (1,202-1,998)**	3,777 (2,524-5,650)***	6,195 (3,310-11,596)***	6,868 (3,774-12,498)***	6,586 (3,441-12,603)***	6,48 (2,352-17,851)***

*Coefficient significatif au seuil de 5 % à 1 %,

**Coefficient significatif au seuil de 1 % à 1 pour mille,

***Coefficient significatif au seuil de 1 pour dix mille.

La production de publications et de brevets dans les collaborations de recherche public-privé : nouveaux résultats empiriques sur données françaises

John Gabriel Goddard¹

Marc Isabelle²

Résumé

Les collaborations de R & D entre entreprises et organismes publics de recherche (OPR) sont considérées comme une composante clé des systèmes nationaux d'innovation. Ces collaborations engendrent de nouvelles connaissances scientifiques et technologiques qui sont diffusées principalement au travers de publications et de brevets, deux vecteurs qui ont des fonctions économiques bien différenciées. Cet article étudie empiriquement quelles collaborations produisent plutôt des brevets, lesquelles produisent plutôt des publications. Il s'appuie sur une enquête menée auprès de laboratoires des grands organismes publics de recherche français dans les domaines de la chimie, des sciences de la vie et des STIC. Nos résultats indiquent que les collaborations en consortiums tendent à décourager le dépôt de brevets tandis que ce dépôt est favorisé par les collaborations qui poursuivent le développement de nouveaux produits. En outre, la proportion de postdoctorants dans les effectifs d'un laboratoire est corrélée avec le fait qu'il diffuse davantage ses résultats sous forme de brevets que de publications. Ce résultat est nouveau et met en évidence le rôle clé joué par les postdoctorants en matière de production et de diffusion de connaissances commercialement exploitables dans les collaborations de recherche public-privé en France. Il souligne l'importance de formaliser davantage les outils et les politiques de management des ressources humaines orientés vers cette frange de la population scientifique.

Mots clés : Collaboration université-industrie, Valorisation de la recherche, Transfert de technologie, Partenariat de recherche public-privé, Économie de la science, France.

JEL Classification : L33, O31, O32.

¹ IMRI (Université Paris-Dauphine).

² Auteur correspondant - CEA & IMRI (Université Paris-Dauphine), Place du Maréchal de Lattre de Tassigny, 75775 PARIS Cedex 16, France, Tél. +33 (0)1 44 05 48 19.

■ Introduction

Durant les 25 dernières années, le nombre d'accords de coopération entre les organismes publics de recherche (ci-après OPR) et les entreprises a progressé de façon spectaculaire, notamment sous l'impulsion des politiques publiques de recherche et d'innovation (Cohen *et al.*, 1998 ; Mansfield et Lee, 1996 ; OECD, 2002). Malgré ces efforts, les échanges entre le monde de la recherche publique et celui des entreprises continuent d'être jugés insuffisants dans certains pays au regard des bénéfices attendus en termes de capacité ou de rythme d'innovation ; c'est en particulier le cas en France (OCDE, 2004). Outre l'espoir d'une transformation plus ample et plus rapide des résultats de recherche en nouveaux produits, procédés et autres innovations ainsi que d'une meilleure réactivité programmatique de la recherche par rapport aux attentes économiques et sociétales, c'est un meilleur financement de la recherche publique qui est attendu de ces rapprochements.

De manière concomitante à ces évolutions, la propriété intellectuelle a pris un rôle croissant dans les OPR (Kortum et Lerner, 1998 ; Henderson, Jaffe et Trajtenberg, 1998). En effet, les droits de propriété intellectuelle et accords associés, au premier rang desquels on trouve les brevets et les licences, sont considérés comme des outils incontournables pour une gestion efficace des transferts de connaissances et de technologies entre les OPR et les entreprises (Thursby *et al.*, 2001 ; Thursby et Thursby, 2003). Ils constituent aussi une nouvelle classe d'actifs que la recherche publique peut valoriser économiquement. Ainsi, le nombre de dépôts de brevets et les revenus des licences ont fortement augmenté dans les OPR (Nelson, 2001 ; Thursby et Thursby, 2002).

Renforcer les collaborations entre recherche publique et entreprises, sensibiliser les chercheurs à la propriété intellectuelle, à la création d'entreprise et professionnaliser les pratiques des OPR dans ces domaines, voilà donc le discours qui domine et guide les politiques publiques de la recherche et de l'innovation depuis plusieurs décennies. Les moyens mis en œuvre à la poursuite de ces objectifs consistent à lever les obstacles structurels qui s'y opposent (le Bayh-Dole act de 1980 aux États-Unis, par exemple, a transféré aux universités les droits de propriété intellectuelle sur les résultats des recherches financées par des fonds fédéraux), à réduire les coûts de transaction (par exemple en professionnalisant des services de valorisation de la recherche dans les OPR) et à renforcer les incitations des acteurs (par exemple en intéressant davantage les chercheurs à l'exploitation commerciale de leurs inventions, ou encore en pondérant davantage les dépôts de brevets par rapport aux publications dans les évaluations).

Mais ce faisant, le discours dominant simplifie à outrance une réalité évidemment plus complexe et contrastée. Il existe par exemple peu d'informations robustes quant à la prévalence ou à la valeur des résultats obtenus dans le cadre des collaborations entre OPR et entreprises. De nombreuses études américaines et européennes montrent que les canaux par lesquels les résultats de la recherche collaborative public-privé sont valorisés sont souvent de nature informelle, débordant largement le canal des dépôts de brevets et autres accords de licence : articles de recherche, rapports techniques, relations de conseil, réunions, séminaires, groupes de travail avec le personnel des entreprises (Cohen *et al.*, 1994 ; Meyer-Krahmer et Schmoch, 1998). Enfin, il est établi que les accords de propriété intellectuelle ne sont qu'une source mineure de revenu pour l'immense majorité des universités et OPR. Aux États-Unis, l'enquête annuelle de l'AUTM révèle que les revenus d'accords de licence, quoiqu'en augmentation, ne contribuent qu'à environ 3 % du budget de recherche des universités (Swamidass et Vulasa, 2008).

Un écueil sans doute plus important encore des rapprochements entre recherche publique et entreprises est que ce jeu n'est pas nécessairement gagnant-gagnant à terme. Une préoccupation forte a été exprimée ces dernières années à propos des conflits qui peuvent survenir entre la commercialisation des connaissances par les OPR et l'orientation, le rythme ou encore l'accessibilité de la production de nouvelles connaissances dont ils sont les moteurs (Stephan et Levin, 1996).

Cette controverse peut se résumer efficacement dans la question de l'équilibre entre publications et brevets, qui sont respectivement les produits standards de la « république de la science » et du « royaume de la technologie » (Dasgupta et David, 1994). Récemment, une série d'études, qui utilisent les laboratoires de recherche ou les chercheurs comme unités d'analyse, a apporté un faisceau d'éléments de preuve indiquant qu'il y aurait plutôt renforcement mutuel que conflit entre productivité scientifique - les publications - et technologique - les brevets - (Azoulay, Ding et Stuart, 2006 ; Van Looy, Callaert et Debackere, 2006 ; Carayol et Matt (2004) pour le cas français).

Notre travail poursuit cette série d'études en la complétant. Il aborde la question de la productivité en termes de publications et de brevets à l'intérieur des collaborations public-privé de recherche. En se focalisant ainsi sur un épicycle du débat autour des réformes des systèmes publics de recherche, il cherche à dégager des conclusions simples et claires, sur la base desquelles des mesures pourraient être mises en œuvre pour atteindre tel ou tel objectif de politique publique³. Ce domaine de recherche devrait retenir l'attention de toutes les parties prenantes, ne serait-ce que parce que les dispositifs incitatifs pour renforcer les collaborations de recherche public-privé continuent de croître en volume (cf. le 7^e Programme-Cadre de l'UE ainsi que de nombreux programmes nationaux dédiés, comme les projets de pôles de compétitivité ou les Appels à projets partenariaux de l'ANR en France) et qu'une condition pour avoir accès à ces financements est que les chercheurs des laboratoires comme ceux des entreprises sachent quantifier et qualifier les résultats attendus de leurs travaux en collaboration.

Cet article s'intéresse aux facteurs qui modèlent les comportements en termes de publications et de dépôts de brevets au sein des collaborations de recherche public-privé en France⁴. Plus précisément, nous allons analyser quelles caractéristiques des laboratoires publics, quelles modalités et résultats des collaborations de recherche sont corrélés aux propensions à publier et à déposer des brevets dans le cadre de ces collaborations, en développant des modèles économétriques qui utilisent les données d'une enquête réalisée auprès de 130 laboratoires publics français travaillant dans les domaines de la chimie, des sciences et technologies de l'information et de la communication (STIC) et des sciences de la vie. Notre objectif est d'identifier et de quantifier quels sont les déterminants spécifiques de la fréquence des publications, des dépôts de brevet et de l'écart entre les deux au sein des coopérations public-privé de recherche. Nos résultats permettront de pointer certaines variables susceptibles de déplacer l'équilibre entre résultats scientifiques et résultats technologiques dans les collaborations - étant entendu que pour les laboratoires de notre échantillon, les publications sont clairement plus fréquentes que les brevets⁵.

Les estimations obtenues produisent des résultats tendant à valider plusieurs hypothèses parmi celles qui sous-tendent notre modélisation empirique : (1) les collaborations de recherche public-privé sous la forme de projets bilatéraux en coopération produisent davantage de publications et de brevets mais sont neutres vis-à-vis de l'équilibre entre les deux ; (2) les consortiums de recherche impliquant des partenariats public-privé multilatéraux sont moins susceptibles de produire des brevets et favorisent ainsi un surplus de publications par rapport aux brevets ; (3) les collaborations recherche public-privé qui produisent des résultats appliqués tels que nouveaux produits, nouveaux procédés ou prototypes tendent à produire aussi des brevets, tandis que la mise au point de nouveaux produits est peu compatible avec les publications, favorisant un surplus de brevets par rapport aux publications ; (4) la composition des ressources humaines

³ Il pourrait par exemple s'agir de renforcer les dépôts de brevets, un indicateur au regard duquel le système français de recherche et d'innovation affiche un retard certain.

⁴ Nous nous concentrons sur les publications et les brevets parce que ce sont deux manières différentes et complémentaires de codifier et de diffuser les connaissances scientifiques et technologiques. Nous avons choisi de ne pas analyser les licences de brevets dans la mesure où il s'agit d'accords commerciaux et non de supports de connaissances.

⁵ La distinction qui est couramment opérée entre recherche fondamentale et recherche appliquée n'est pas appropriée pour caractériser sous l'angle économique toute la panoplie de résultats des activités de recherche, au contraire des notions de recherche scientifique et recherche technologique ; cf. Isabelle (2008).

d'un laboratoire influence de manière significative l'équilibre entre publications et brevets ; en particulier, la présence de post-doctorants est positivement corrélée à la fréquence des brevets.

L'article est organisé de la manière suivante. Nous analysons, tout d'abord, la littérature en focalisant cette revue sur les études qui ont traité spécifiquement des complémentarités ou au contraire des tensions entre dépôt de brevet et publication comme résultats des collaborations de recherche public-privé. Ensuite, nous décrivons l'enquête, les variables et l'impact *a priori* que chacune peut avoir sur les publications et les brevets. Puis, nous présentons le modèle économétrique et les principaux résultats. En conclusion, nous discutons des implications de ce travail pour la gestion des ressources humaines des laboratoires publics et pour l'évaluation des résultats des collaborations de recherche public-privé.

■ Revue de littérature

Le thème de la productivité en science a reçu une attention croissante dans la littérature économique ces vingt dernières années (Diamond, 1986 ; Levin et Stephan, 1991). Un point particulièrement controversé est celui de la production scientifique et technologique (quantité, direction, qualité) dans le contexte des collaborations entre institutions de recherche publique et entreprises. De telles coopérations pourraient « distordre » l'activité programmatique de la recherche publique vers des sujets à plus court terme et plus appliqués (Blumenthal *et al.*, 1986), imposer des restrictions dans la diffusion des résultats des recherches (Blumenthal *et al.*, 1997) ou encore conduire à une fragmentation nuisible de la base de connaissances scientifiques et technologiques du fait de la généralisation des pratiques d'appropriation des résultats (Heller et Eisenberg, 1998).

Dans la mesure où la publication constitue la norme pour la diffusion de nouvelles connaissances dans le domaine scientifique et le brevet sa contrepartie dans le domaine technologique, la plupart de ces problèmes peuvent être abordés en analysant les productivités en termes de publication et de brevets dans divers contextes institutionnels. De nombreux facteurs influençant tant la production de publications que de brevets ont été identifiés sur des bases théoriques et empiriques, et ce à différents niveaux d'analyse. Les principaux résultats sont présentés ci-dessous, en commençant au niveau macroéconomique puis en descendant au niveau de l'institution de recherche et des laboratoires pour finir au niveau individuel du chercheur.

Un premier résultat général que l'on retrouve dans la plupart des études est que les publications sont de loin plus fréquentes que les brevets, malgré la forte croissance des dépôts de brevets des institutions de recherche ces trente dernières années (Agrawal et Henderson, 2002). Une raison évidente est que les résultats de recherche qui sont brevetables sont aussi pour la plupart publiables, alors que l'inverse n'est pas vrai, puisque seules les nouvelles connaissances ayant une valeur commerciale sont sujettes au dépôt de brevet. En outre, le coût de l'activité de publication est plus faible que celui de la procédure de brevetage, lequel recouvre le dépôt, le maintien, les extensions, les litiges, etc. Néanmoins, l'écart de fréquence entre publications et brevets devrait être atténué par les économies d'envergure réalisables lors de la rédaction d'un article et d'un brevet pour une même connaissance nouvelle⁶.

Plusieurs études réalisées au niveau des institutions de recherche identifient une série de raisons pouvant expliquer l'augmentation des dépôts de brevets académiques des dernières décennies. L'expansion de la recherche publique effectuée dans le quadrant de Pasteur (Stokes, 1997) est l'une d'entre elles. Ces activités de recherche visent la génération de nouvelles connaissances et ambitionnent dans le même temps d'engendrer des résultats ayant une utilité économique et

⁶ Owen-Smith et Powell (2003), par exemple, remarquent que les inventeurs académiques informent souvent leurs bureaux de transfert de technologies de leurs inventions en leur transmettant un article manuscrit.

sociale, associés à des brevets le cas échéant (Stephan *et al.*, 2005). D'ailleurs, les incitations tant formelles qu'informelles au dépôt de brevets et à la négociation de licences de propriété intellectuelle sont maintenant répandues dans de nombreux organismes publics de recherche. En France par exemple, à la suite d'une loi importante sur la recherche et l'innovation votée en 1999, les principaux OPR ont mis en place des dispositifs d'intéressement financier à l'attention des chercheurs dont les inventions sont licenciées à des entreprises. Enfin, le nombre de brevets déposés par un OPR est devenu un standard pour l'évaluation publique.

D'autres facteurs ont été identifiés comme déterminants possibles de la production de brevets ou de publications (voire des deux à la fois) au niveau des laboratoires de recherche. D'abord, le profil des activités du laboratoire en termes de recherche fondamentale ou appliquée est crucial puisque la recherche fondamentale est peu sujette à brevetabilité. D'autres facteurs intrinsèques sont liés aux disciplines considérées. En informatique, par exemple, les logiciels sont protégés par droit d'auteur plutôt que par brevet (surtout en Europe), ce qui signifie que le comptage des brevets donne une moins bonne estimation des débouchés technologiques de ce secteur que celui des droits d'auteur. *A contrario*, les activités de recherche en sciences de la vie appartiennent fréquemment au quadrant de Pasteur et sont en tant que telles davantage susceptibles de déboucher sur des brevets. On peut d'ores et déjà relever que notre échantillon est majoritairement composé de laboratoires publics actifs dans les domaines de la chimie et des sciences de la vie, où les brevets sont largement utilisés, alors que les laboratoires relevant du domaine des STIC représentent une proportion moindre de l'échantillon (11 %).

Les déterminants des activités de publication et de dépôt de brevets identifiés ci-dessus au niveau des laboratoires sont essentiellement exogènes. D'autres facteurs sont plus directement reliés à la stratégie de recherche des laboratoires. Tout d'abord, plusieurs auteurs ont souligné qu'une forme d'apprentissage pouvait être à l'œuvre en ce qui concerne l'activité de dépôt de brevets des laboratoires publics de recherche. Plus précisément, cet apprentissage prend place au cœur des interactions entre les laboratoires et leurs services de valorisation ou de transfert de technologies, dans le cadre desquelles sont évalués le potentiel commercial des inventions communiquées par les laboratoires ainsi que la décision de breveter ou non (Siegel, Waldman et Link, 2003). Par conséquent, la performance d'un laboratoire en matière de production de brevets peut être positivement influencée par son expérience passée ou celle du service de valorisation et de transfert de technologies en termes de dépôt de brevets.

La décision d'un laboratoire public de recherche de s'engager dans des collaborations avec les entreprises peut avoir elle-même un impact sur ses résultats en matière de brevets et de publications. De telles collaborations pourraient conduire le laboratoire vers des sujets de recherche dont les résultats auront plus de chances d'être brevetables (Agrawal et Henderson, 2002). Le laboratoire peut aussi être incité à déposer plus de brevets en raison de la valeur qu'ils lui procurent en tant que monnaie d'échange lors des négociations contractuelles avec les entreprises partenaires. Par ailleurs, il peut arriver que l'activité de publication soit entravée en raison de dispositions contractuelles négociées par l'entreprise dans l'objectif de lui permettre de déposer une demande de brevet ou de protéger l'avantage concurrentiel acquis à partir de certains résultats (Blumenthal *et al.*, 1997). Dans leur enquête sur 511 centres de recherche conjoints université-industrie (UIRC) aux États-Unis, Cohen *et al.* (1994) ont constaté que pour la moitié d'entre eux, le partenaire industriel pouvait exiger un délai pour la publication des résultats des recherches, tandis qu'un tiers d'entre eux avaient la possibilité d'effacer certaines informations de l'article avant sa publication. Les mêmes questions ont été posées dans notre enquête et les réponses sont du même ordre de grandeur (Goddard et Isabelle, 2006b).

Enfin, la productivité en termes de publications et de brevets a été analysée au niveau individuel. Un effet fixe important semble être en jeu, que Stephan *et al.* (2005) appellent "the right stuff" et

qui peut être assimilé à la motivation et aux capacités individuelles du chercheur. Lotka (1926) a été le premier à identifier la forte hétérogénéité en matière de productivité scientifique au niveau individuel : il a constaté que la moitié des articles était publiée par 6 % des chercheurs. Sa loi empirique a été confirmée depuis (Price, 1986) et des distributions asymétriques ont aussi été constatées pour la productivité en termes de brevets (Narin et Breitzman, 1995 ; Ernst, Leptien et Vitt, 2000). Un autre résultat important dans cet ordre d'idées est que la production de brevets et de publications ont tendance à être corrélées au niveau individuel (Azoulay, Ding et Stuart, 2006 ; Van Looy, Callaert et Debackere, 2006). On observe ce résultat en dépit du fait que brevets et publications sont potentiellement substituables les uns aux autres au niveau de la fonction de production individuelle en recherche parce que le temps et les efforts alloués à l'un sont autant en moins (au moins partiellement) pour la production de l'autre.

L'âge du chercheur peut aussi être relié à sa productivité scientifique et technologique par l'intermédiaire de deux mécanismes différents. Premièrement, un effet de cohorte peut être à l'œuvre en vertu duquel les jeunes chercheurs seraient plus ouverts à la culture du brevet que leurs collègues plus âgés (Stephan *et al.*, 2005), ce qui entraînerait une corrélation négative entre âge et productivité en termes de brevets. À l'inverse, plusieurs études ont observé un effet de cycle de vie sur la production d'articles comme de brevets, ce qui peut être expliqué en termes d'incitations dynamiques - basées sur la réputation et la rémunération - dans les carrières académiques. Les chercheurs recevraient ainsi de fortes incitations à publier aux premiers stades de leur carrière dans l'objectif d'obtenir des postes permanents, mais les avantages tirés de la réputation tendent à décliner au fur et à mesure qu'approche l'âge de la retraite (Levin et Stephan, 1991). Du côté des brevets, Stephan *et al.* (2005) suggèrent que les incitations augmentent pour les chercheurs plus âgés puisque les brevets pourraient générer un flux de revenus après leur retraite. Ceci étant dit, les chercheurs admettent également qu'ils déposent des brevets parce qu'ils considèrent que cela pourra augmenter la visibilité de leurs travaux académiques (Owen-Smith et Powell, 2001) ; il pourrait en résulter des incitations dynamiques similaires à celles observées pour les publications, c'est-à-dire de plus fortes incitations à breveter en début qu'en fin de carrière.

Notre objectif est de construire un modèle empirique expliquant la fréquence des publications et des dépôts de brevets dans les collaborations de recherche public-privé, ainsi que l'écart entre les deux. Cette revue des déterminants de la production de publications et de brevets dans la recherche publique offre un guide précieux pour choisir les variables les plus informatives de notre base de données, et nous aidera aussi à identifier les variables qui ont été omises par manque d'informations.

■ Données d'enquête et statistiques descriptives

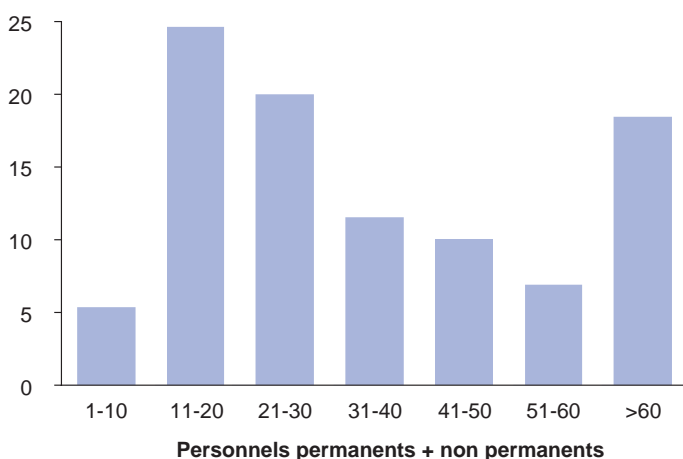
En 2004, un questionnaire détaillé a été envoyé à environ 1 800 directeurs de laboratoire des principaux organismes publics de recherche français (CNRS, CEA, INRA, INRIA, INSERM, Institut Pasteur et Institut Curie). L'objectif de cette enquête était de construire un jeu de données complet au sujet des collaborations entre les laboratoires de recherche publique et les entreprises en France, en mettant l'accent sur la gestion de la propriété intellectuelle. L'enquête devait inclure tous les laboratoires publics de recherche actifs dans l'un des domaines scientifiques et technologiques suivants : sciences de la vie, chimie et STIC. Les laboratoires des OPR ont été ciblés plutôt que les laboratoires universitaires en raison de leur rôle historiquement important dans le système français d'innovation⁷.

⁷ Ceci est étayé par les statistiques relatives au dépôt de brevets et de licences. Les OPR français ont déposé plus de 600 brevets nationaux et 600 brevets européens en 2000, ce qui représente environ 6 % et 8 % de l'ensemble des demandes françaises pour de tels brevets (OST, 2003). Ils avaient également plus de 3 000 accords de licences actifs fin 2001 (incluant les licences de brevets, de savoir-faire, de logiciels, de base de données, de matériels biologiques), générant près de 100 millions d'euros de chiffre d'affaires (ibid).

Une caractéristique importante du système français de recherche tient à sa dualité : mesurées sous l'angle de leurs effectifs, les universités y coexistent à parité avec les grands organismes publics de recherche sondés dans le cadre de l'enquête (*tableau 1* pour une brève description). Les premières poursuivent traditionnellement les missions d'enseignement supérieur et de recherche fondamentale, alors que les seconds sont pour la plupart orientés vers la recherche technologique et les transferts de connaissances et de technologies dans des domaines spécifiques (agriculture, médecine, énergie, défense, NTIC, etc.). Toutefois, ces deux types d'organisations sont souvent étroitement liés, comme dans les Unités Mixtes de Recherche (UMR) qui sont elles-mêmes des structures publiques cofinancées et coencadrées par les universités et les OPR.

Le jeu de données mobilisé inclut les réponses de 130 laboratoires des OPR qui ont des activités de collaboration avec les entreprises. Cet échantillon comptabilise au total 870 partenaires industriels et emploie 6 800 salariés, qu'il s'agisse de professeurs et de chercheurs titulaires (30 %), d'étudiants en thèse de doctorat ou en post-doctorat (respectivement 24 % et 6 %), d'ingénieurs (13 %) ou de personnels administratifs (4 %). En termes de domaines scientifiques et technologiques, 52 % des laboratoires ayant répondu à l'enquête sont spécialisés en sciences de la vie, 37 % en chimie et 11 % en STIC. La distribution de la taille des laboratoires est montrée dans le graphique 1, lequel révèle une variance importante avec notamment l'existence de quatre « mégalabos » de plus de 250 membres se distinguant nettement du reste de l'échantillon. On dénombre 63 unités mixtes de recherche (UMR) entre universités et OPR.

GRAPHIQUE 1
Taille des laboratoires (# échantillon = 130)
 En %



Le faible taux de réponse obtenu (7,2 %) est dû à la longueur du questionnaire ainsi qu'à la période d'enquête qui a coïncidé par malchance, début 2004, avec la démission en masse de directeurs de laboratoires publics de recherche opposés à un projet gouvernemental de réforme de la recherche. Par conséquent, nos résultats relatifs aux pratiques de collaboration de recherche avec les entreprises doivent être considérés comme indicatifs plutôt que pleinement représentatifs. Nous avons analysé les possibles biais d'échantillonnage en comparant les effectifs des laboratoires ayant répondu selon leur OPR d'affiliation avec le nombre total de salariés dans les OPR français. L'échantillon semble être acceptable selon ce critère, puisque les effectifs des 130 laboratoires de notre échantillon se répartissent de la façon suivante dans les différents OPR français : CNRS (48 %), CEA (25 %), INSERM (18 %), INRA (15 %),

Institut Pasteur (2 %), Institut Curie (2 %) et INRIA (2 %). Cette distribution reflète assez fidèlement les poids relatifs des différents OPR dans la recherche française (*tableau 1 ci-dessous*), à l'exception d'une surreprésentation dans notre échantillon des laboratoires de l'Inserm et de ceux du CEA localisé en région PACA et travaillant dans le domaine de la chimie.

TABLEAU 1
Effectifs et domaines de recherche des OPR de l'échantillon

	CNRS	CEA	INRA	INSERM	INRIA	Institut Pasteur	Institut Curie
Employés (2004)	26080	14910	8840	4823	1031	1793	750
Domaines de recherche	Très nombreux	Défense Énergie TIC Santé	Alimentation & nutrition Agriculture Environnement	Biologie Sciences médicales	Informatique Automatique	Biologie	Cancer

L'enquête a été conçue de manière à produire une information très complète à propos des collaborations entre laboratoires et entreprises. 157 questions ont été posées aux directeurs de laboratoires au sujet des modalités de collaboration, de leurs bénéfices et de leurs résultats, au sujet de la gestion de la propriété intellectuelle dans le cadre de ces collaborations ainsi que sur les caractéristiques de leurs laboratoires. Nous allons maintenant décrire les différentes variables mobilisées pour les modèles économétriques et présenter quelques statistiques descriptives.

Nous construisons plusieurs modèles économétriques pour expliquer la fréquence des publications et des brevets résultant des collaborations de recherche public-privé, ainsi que la différence de fréquence entre publications et brevets (variables dépendantes). La variable *Publications* représente la fréquence des publications telle que déclarée par les directeurs de laboratoires sur une échelle de Likert à quatre points (1 = jamais, 2 = rare, 3 = fréquent, 4 = très fréquent). Plus précisément, afin d'augmenter le nombre d'observations exploitables, la variable *Publications* est définie comme le maximum des variables *LabPublications* et *Co-publications*. Dans la plupart des cas, l'information *LabPublications* est disponible ; mais si cette information est manquante et si la réponse *Co-publications* existe, alors la variable *Publications* vaut *Co-publications*, c'est-à-dire la fréquence des publications cosignées avec des chercheurs de l'entreprise partenaire. La fréquence des publications peut alors être sous-estimée puisque par construction, $LabPublications \geq Co-publications$. De même, la variable *Patents* est la fréquence déclarée des dépôts de brevets résultant des collaborations du laboratoire avec des entreprises (de 1 à 4).

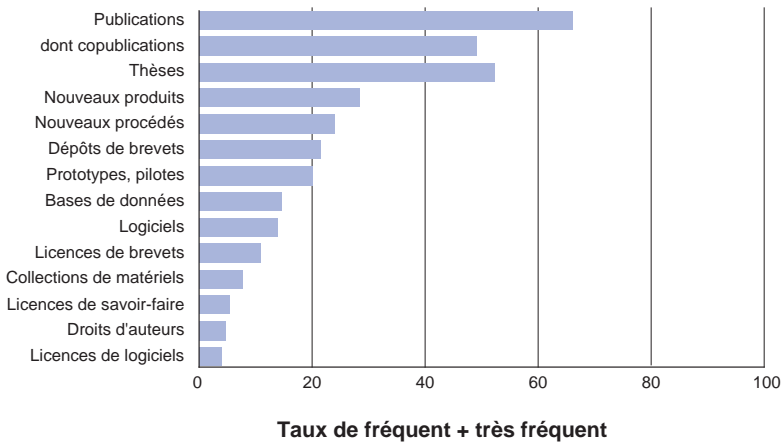
Pour compléter l'analyse, nous définissons aussi un indicateur de l'écart de fréquence entre publications et brevets au sein des collaborations de recherche public-privé. Nous transformons la variable *Publications* (respectivement *Patents*) en une indicatrice *Publications2* (respectivement *Patents2*) qui vaut 1 pour les modalités 3 et 4 (fréquent et très fréquent) et 0 sinon (rare et jamais). Une nouvelle variable proxy est définie, $Publish > Patents$, qui vaut 1 si $Publications2 > Patents2$ auquel cas les publications sont relativement plus fréquentes, et 0 sinon⁸.

⁸ Nous avons aussi testé deux autres variables indicatrices. La première vaut 1 si $Publications > Patents$ et 0 sinon. La seconde est définie comme $Publications - Patents + 4$, qui varie de 1, si les brevets sont beaucoup plus fréquents que les publications, à 7 dans le cas contraire. Les résultats présentés ci-après sont qualitativement très proches de ceux qui utilisent ces indicatrices alternatives dans le cadre de modèles de régression probit utilisant la méthode du maximum de vraisemblance.

Le graphique 2 montre quels sont les résultats les plus probables des collaborations de recherche public-privé. Les publications représentent le résultat le plus fréquent : plus de 60 % des répondants indiquent que leurs coopérations avec les entreprises en produisent fréquemment ou très fréquemment. Les brevets (taux de fréquent ou très fréquent légèrement au-dessus de 20 %), ainsi que d'autres résultats liés à l'appropriation et l'exploitation économique des résultats de la recherche (licences et droits d'auteur), ne sont pas aussi répandus. Cet écart de productivité entre publications et brevets a été identifié dans de nombreuses études et à différents niveaux d'analyse dans les OPR (cf. la revue de littérature). Notre enquête suggère que cela se manifeste aussi au niveau des collaborations de recherche public-privé, en dépit du fait que davantage de résultats appliqués sont susceptibles d'être recherchés et obtenus dans le cadre de ces collaborations.

GRAPHIQUE 2 Résultats des collaborations

En %



Nos modèles économétriques visent à estimer la corrélation entre, d'une part, la fréquence des brevets, des publications ainsi que l'écart entre les deux, et d'autre part un certain nombre de variables explicatives. Ces dernières ont été choisies sur la base des résultats identifiés dans la revue de littérature, tout en recherchant la meilleure utilisation possible de l'information disponible dans notre base de données. Ces variables explicatives sont décrites ci-dessous, avec les statistiques descriptives habituelles.

Modalités des collaborations de recherche public-privé

JointResearch est la fréquence déclarée (de 1 à 4) des projets de recherche en partenariat, une modalité classique des coopérations de R & D entre laboratoires publics et entreprises. Les directeurs de laboratoires ont effectivement indiqué que ces projets partenariaux constituaient la modalité la plus fréquente (fréquente et très fréquente pour 66 % des réponses). Il est possible d'anticiper que la fréquence des projets de recherche en partenariat, une forme d'interaction qui associe fortement les chercheurs des différents partenaires et qui vise délibérément la production de nouvelles connaissances et technologies (en comparaison des échanges informels ou des prestations de conseil par exemple), est positivement corrélée avec la fréquence des brevets comme des publications.

Consortia est définie comme le maximum entre la fréquence déclarée (de 1 à 4) des consortiums de R & D en général et, quand cette information est manquante, des consortiums européens de

R & D (PCRD de l'Union européenne) en tant que modalité des collaborations de recherche public-privé. La variable est construite de cette manière afin d'augmenter le nombre d'observations utilisables ; mais il est alors possible que la fréquence des consortiums soit sous-estimée puisque les consortiums européens constituent un sous-ensemble de tous les types de consortiums. Les consortiums sont cités en quatrième position par les directeurs de laboratoires en termes de fréquence (fréquents et très fréquents pour 37 % des réponses) derrière les projets de recherche en partenariat, les contacts informels et les prestations de recherche. Notre hypothèse est que la fréquence des collaborations en consortiums sera négativement corrélée avec la propension à breveter et impactera l'équilibre en faveur des publications. En effet, les consortiums peuvent entraîner des coûts de transactions importants pour la négociation des droits de propriété intellectuelle limitant par là même l'appropriation des résultats.

Résultats des collaborations de recherche public-privé

Les variables *Products*, *Processes* et *Prototypes* mesurent respectivement les fréquences déclarées (de 1 à 4) des nouveaux produits, des nouveaux procédés et des prototypes / pilotes issus des coopérations de R & D avec les entreprises. Comme le montre le graphique 2 ci-dessus, ils forment ensemble un second groupe de résultats en termes de fréquence (fréquent et très fréquent compris entre 20 % et 28 %) derrière le groupe composé des publications, des copublications et des thèses de doctorat, c'est-à-dire les résultats traditionnels des activités de recherche. Ces résultats propres à la recherche appliquée devraient être positivement corrélés, en termes de fréquence, à celle des dépôts de brevets.

Gestion de la propriété intellectuelle au sein des collaborations de recherche public-privé

La variable *Secret* est la fréquence déclarée (de 1 à 4) des exigences de secret total formulées par les partenaires industriels quant aux résultats des activités conduites en coopération. 25 % des directeurs de laboratoires ayant répondu à l'enquête ont indiqué que de telles exigences étaient fréquentes ou très fréquentes, un chiffre élevé au vu de l'incompatibilité fondamentale qui existe entre la pratique du secret et la norme de divulgation des résultats scientifiques. La variable *Secret* devrait être négativement corrélée avec la fréquence des publications, étant donnée la contrainte qu'elle fait peser sur la liberté des chercheurs de publier rapidement et intégralement leurs résultats.

ManagementPRO mesure (de 1 à 4) le degré d'implication de l'OPR - ou de ses services de valorisation et de transfert de technologies - dans la gestion des activités de recherche collaborative du laboratoire qui lui est affilié. Le questionnaire d'enquête envisageait que d'autres entités puissent être responsables de cette gestion : sociétés privées, conseils en propriété intellectuelle, etc. Les directeurs de laboratoires ont indiqué que le service de valorisation de leur OPR de tutelle était le plus souvent responsable des coopérations avec les entreprises (fréquent ou très fréquent pour 84 % des réponses). Nous faisons l'hypothèse que cette variable devrait être négativement corrélée avec la fréquence des brevets et positivement corrélée avec l'écart de fréquence entre publications et brevets, étant donné premièrement, le relatif manque d'expérience des services de valorisation et de transfert de technologies dans les OPR en France et deuxièmement, les conflits d'intérêt potentiels avec les chercheurs, par comparaison avec un recours à des spécialistes externes⁹.

⁹ De tels conflits d'intérêt figurent au cœur même du modèle de transfert de technologies développé par Jensen, Thursby et Thursby (2003). Ils étudient les interactions stratégiques entre l'administration de l'université, le service de valorisation et de transfert de technologies et les chercheurs avec un modèle de théorie des jeux à double relation d'agence, où les chercheurs et le service de transfert de technologies sont tous deux agents de l'administration (principal). Ils démontrent que dans le sous-jeu entre l'inventeur et le service de transfert de technologies, la fonction objectif de ce dernier en matière de négociation de licences avec des entreprises doit prendre en compte les intérêts du chercheur (c'est-à-dire que ce dernier est aussi un agent du service de transfert de technologies), un résultat qu'ils confirment empiriquement.

Coownership est la fréquence déclarée (de 1 à 4) du recours à la copropriété comme règle d'attribution des droits de propriété intellectuelle résultant des coopérations de R & D entre les laboratoires publics et les entreprises. D'autres règles étaient envisagées dans le questionnaire : la propriété exclusive de l'entreprise, la propriété exclusive de l'OPR et la propriété séparée des résultats de chacun des partenaires. La copropriété est de loin l'arrangement le plus fréquent (71 % des directeurs de laboratoires indiquent qu'elle est fréquente ou très fréquente). Cette variable pourrait être corrélée négativement avec la fréquence des dépôts de brevets en raison des coûts de transaction mentionnés précédemment qui s'imposent aux partenaires chaque fois qu'ils doivent décider des règles d'appropriation et d'exploitation d'un résultat de la collaboration ayant une valeur commerciale (Hagedoorn, 2003).

Composition des effectifs du laboratoire de recherche

ProportionPhDs et *ProportionPostdocs* sont respectivement égaux au nombre de doctorants et de postdoctorants dans le laboratoire rapporté à son effectif total. Ces variables ont été incluses dans les modèles dans l'objectif de capter les effets de cohorte et de cycle de vie en termes de productivité scientifique et technologique. Elles devraient être corrélées positivement avec la fréquence des publications, en raison de l'effet du cycle de vie (les thèses et les publications sont généralement des coproduits d'un doctorat ; les postdoctorants ont une forte incitation à publier pour établir leur réputation). Nous nous attendons aussi à ce qu'elles soient corrélées positivement à la fréquence des brevets de par l'effet de cohorte, en vertu duquel les jeunes chercheurs seraient plus ouverts à la culture du brevet et plus sensibilisés au processus de prise de brevet. En outre, leurs salaires relativement faibles et leur influence réduite dans les décisions du laboratoire pourraient conduire à ce qu'ils se voient confier des activités liées au dépôt de brevets, ce qui serait un autre facteur de corrélation positive.

Les caractéristiques du laboratoire utilisées comme variables de contrôle

LogEmployees est le logarithme du nombre de salariés du laboratoire. Cette variable est introduite pour capter les rendements d'échelle dans la production scientifique et technologique au niveau du laboratoire, qui pourraient se répliquer au niveau des accords entre le laboratoire et les entreprises. Il est difficile d'anticiper le sens de l'effet de cette variable de taille puisqu'à notre connaissance, seuls des résultats fragmentaires sont disponibles au sujet des rendements d'échelles¹⁰.

LogIndustrial est le logarithme du nombre de partenaires industriels du laboratoire. Pour plusieurs raisons identifiées dans la revue de littérature, nous nous attendons à ce que le nombre de partenaires industriels soit positivement corrélé avec la fréquence des brevets (impact en termes de thèmes de recherche plus appliqués ; valeur des brevets comme monnaie d'échange dans les négociations ; effet d'apprentissage en matière de dépôts de brevets) et corrélé négativement avec la fréquence des publications (restrictions diverses imposées par les entreprises partenaires sur les activités de publication des laboratoires). La corrélation avec l'écart de fréquence entre publications et brevets devrait donc aussi être négative.

Academic est le nombre d'institutions publiques de recherche auxquelles le laboratoire est affilié (> 1 pour les unités mixtes de recherche). En France, la mixité institutionnelle est généralement considérée comme un signal d'excellence scientifique (Carayol et Matt, 2004). Pour cette raison, la variable *Academic* devrait être positivement corrélée avec la fréquence des publications. En outre, on peut faire l'hypothèse que les coûts de transaction liés aux négociations sur la propriété intellectuelle augmentent avec le nombre de parties qui ont légitimité à exprimer leur

¹⁰ À des niveaux d'agrégation plus élevés, les résultats sont plus concluants. Adams et Griliches (1998), par exemple, ont trouvé que la fonction de production en recherche suit des rendements d'échelle décroissants au niveau de l'université mais constants au niveau agrégé.

intérêt ; ainsi, la variable *Academic* devrait être corrélée négativement avec la fréquence des brevets, et positivement avec l'écart de fréquence entre publications et brevets.

Lifesciences et *Chemistry* sont des variables indicatrices du domaine scientifique et technologique dans lequel le laboratoire effectue principalement ses recherches. Elles permettent de contrôler les effets fixes de productivité de chaque discipline dans le contexte des collaborations de recherche public-privé. De même, *PRO_CNRS*, *PRO_CEA*, *PRO_INRA*, *PRO_INSERM* ont pour fonction de capter les effets fixes au niveau de chaque organisme public de recherche.

Les statistiques descriptives de toutes les variables de nos modèles sont présentées dans le tableau 2 ci-dessous :

TABLEAU 2
Statistiques descriptives

Variable	Type	Nb. obs.	Moyenne	Écart-type	Mode	Médiane	Intervalle
Dépendante							
Publications	Discrète	126	2,90	0,84	3	3	1-4
Patents	Discrète	120	1,95	0,96	2	2	1-4
Publish > patent	Discrète	119	0,54	0,50	1	1	0-1
Explicative							
Jointresearch	Discrète	125	2,79	0,85	3	3	1-4
Consortia	Discrète	117	2,38	0,98	3	3	1-4
Products	Discrète	120	2,02	0,91	1	2	1-4
Processes	Discrète	120	1,87	0,89	1	2	1-4
Prototypes	Discrète	116	1,72	0,95	1	1	1-4
Secret	Discrète	128	1,98	0,93	2	2	1-4
Management PRO	Discrète	122	3,52	0,79	4	4	1-4
Cownership	Discrète	124	2,90	0,91	3	3	1-4
Proportion PhDs	%	124	0,22	0,14	0,00	0,22	0-0,53
Proportion PostDocs	%	124	0,08	0,08	0,00	0,06	0-0,41
Contrôle							
LogEmployees	Réel	126	3,51	0,88	2,8	3,35	1,6-6,7
LogIndustrial	Réel	127	1,42	0,92	1,5	1,39	0-4,9
Academic	Entier	130	1,74	0,84	1	2	1-5
Lifesciences	Dichotomique	130	0,52	0,50	1	1	0-1
Chemistry	Dichotomique	130	0,37	0,48	0	0	0-1
PRO_CNRS	Dichotomique	130	0,48	0,50	0	0	0-1
PRO_CEA	Dichotomique	130	0,25	0,43	0	0	0-1
PRO_INRA	Dichotomique	130	0,15	0,35	0	0	0-1
PRO_INSERM	Dichotomique	130	0,18	0,38	0	0	0-1

■ Modèles économétriques et résultats

Nous avons estimé des modèles probit ordonné par la méthode du maximum de vraisemblance pour les variables dépendantes *Publications* et *Patents*, et un modèle probit binaire pour la variable *Publish > Patents*. Ces régressions intègrent toutes les variables explicatives décrites ci-dessus en termes de modalités et de résultats des collaborations de recherche, de gestion de la propriété intellectuelle dans ces collaborations et de composition des effectifs des laboratoires, ainsi que les variables de contrôle. Les résultats sont présentés dans le tableau 3 ci-après. Le reste de cette section présente les résultats statistiquement significatifs et leur sensibilité à différentes spécifications des modèles ; les résultats sont confrontés aux hypothèses énoncées

pour chaque variable et à ceux de la littérature antérieure. Nous commençons par étudier le modèle portant sur la fréquence des publications, puis celui sur la fréquence des brevets et enfin celui sur l'écart entre publications et brevets.

TABLEAU 3
Résultats des modèles économétriques

Variable	Publications	Patents	Publish>patent
Constant			-0,18
Jointresearch	0,37**	0,71***	0,05
Consortia	0,03	-0,31**	0,39**
Products	-0,34*	0,64***	-0,79***
Processes	-0,20	0,32*	-0,24
Prototypes	0,33**	0,29*	0,00
Secret	-0,01	-0,13	0,25
Management PRO	0,12	0,29*	0,19
Cownership	-0,11	0,04	-0,01
Proportion PhDs	2,00	2,47*	1,73
Proportion PostDocs	2,60	13,38***	-8,53***
LogEmployees	0,25	0,56***	-0,22
LogIndustrial	0,06	0,16	0,05
Academic	0,10	-0,22	0,36
Lifesciences	0,11	0,49	0,56
Chemistry	1,13**	0,49	0,33
PRO_CNRS	0,53	0,38	-0,08
PRO_CEA	0,30	1,07*	0,15
PRO_INRA	1,35**	0,43	0,45
PRO_INSERM	0,72	0,92	-0,47
Pseudo-R ²	0,18	0,43	0,29
LR statistic	47,1***	113,0***	42,1
Number of observations	107	107	107

*** Significatif au seuil de 1 %, ** Significatif au seuil de 5 %, * Significatif au seuil de 10 %.

Fréquence des publications

La première estimation indique que la fréquence des publications est corrélée positivement à la fréquence des projets de recherche en partenariat, comme nous l'avions anticipé. En effet, parmi l'ensemble très hétérogène des canaux d'interaction entre laboratoires publics et entreprises (contacts informels, accords de transfert de technologie, assistances techniques, conseils, etc.), les projets de recherche en partenariat offrent une modalité privilégiée de collaboration à travers laquelle les partenaires peuvent réaliser des projets de R & D d'intérêt commun et coproduire des publications le cas échéant. Il est intéressant de relever qu'*a contrario*, la fréquence des projets de R & D multilatéraux sous forme de consortiums de recherche n'est pas corrélée positivement au taux de publications.

La fréquence des publications est corrélée négativement avec la fréquence du développement de nouveaux produits, quoique la significativité de ce résultat ne soit pas forte. Ce résultat non anticipé peut être mis en perspective avec la corrélation relativement forte et très significative de la fréquence du développement de nouveaux produits avec la fréquence des brevets. En effet, il est courant que les publications soient retardées voire empêchées pour permettre le dépôt d'un brevet, ce qui a un impact négatif direct sur le taux de publications. Toutefois, cette interprétation n'est pas corroborée par la corrélation positive significative qui existe entre la fréquence des publications et des brevets d'une part et celle du développement de prototypes d'autre part.

Dans le même ordre d'idées, notre modèle n'identifie pas, contrairement à ce que nous avons anticipé, de corrélation négative entre la fréquence des exigences de secret total formulées par les partenaires industriels et la fréquence des publications. En outre, les variables *ProportionPhDs* et *ProportionPostDocs* ne captent pas l'effet cycle de vie dont nous avons discuté.

Concernant les variables de contrôle, on observe que les laboratoires de chimie de notre échantillon ont une propension à publier au cours de leurs collaborations avec les entreprises qui est significativement plus importante que celle du domaine de recherche de référence, à savoir les laboratoires des STIC. En outre, les laboratoires affiliés à l'INRA, un OPR français dédié à la recherche sur l'alimentation, la nutrition, l'agriculture et l'environnement, ont une propension significativement plus grande à publier dans le cadre de leurs coopérations de R & D avec des entreprises que les laboratoires relevant de la modalité de référence, qui inclut l'INRIA, l'Institut Pasteur et l'Institut Curie.

Fréquence des brevets

La fréquence des projets de recherche en partenariat, qui s'est avérée être reliée positivement à la fréquence des publications, a également une corrélation positive avec la fréquence des brevets ; cette corrélation est plus forte et plus significative que pour les publications. Ceci est cohérent avec l'idée déjà avancée ci-dessus que l'obtention de résultats à haute valeur ajoutée, tels que les brevets, requiert des modalités d'interaction étroites entre les partenaires, ce que permettent les projets de recherche en commun dans lesquels sont partagés les objectifs, les coûts, les risques et les résultats. L'effet inverse est observé pour la fréquence des consortiums comme modalité utilisée par les laboratoires pour collaborer avec les entreprises. Ce résultat, bien que moins significatif, concorde avec le point de vue présenté ci-dessus, selon lequel il est compliqué de gérer les processus liés aux brevets dans le cadre de consortiums public-privé, qui impliquent un nombre important de partenaires d'origines institutionnelles diverses (Cassier et Foray, 2002 ; Foray et Steinmueller, 2003).

La fréquence du développement de nouveaux produits issus des collaborations de recherche public-privé a, comme prévu, une corrélation positive avec la fréquence des brevets. Levin *et al.* (1987) ont établi que les innovations de produit se prêtent davantage au brevet que les innovations de procédé, pour lesquelles la protection par le secret est plus fréquente. Notre modèle montre effectivement une corrélation plus faible et moins significative entre la fréquence des brevets et celle des innovations de procédé. Une corrélation du même ordre de grandeur est aussi trouvée entre la fréquence des prototypes comme résultats des activités de recherche collaborative et la fréquence des brevets.

Notre modèle produit un résultat original quant à la production partenariale de brevets : les laboratoires, dont les activités de transfert de technologies sont gérées par le service de valorisation de leur OPR de tutelle, ont tendance à obtenir plus fréquemment des brevets suite à leurs collaborations de R & D avec les entreprises. Ce résultat semble infirmer notre hypothèse relative au manque d'expérience des services de transfert de technologies français et aux conflits d'intérêt qui pourraient exister avec les chercheurs. Il tendrait plutôt à démontrer que les services de valorisation réalisent une gestion plus efficace des activités de transfert de technologies que les solutions alternatives à la disposition des laboratoires publics de recherche en France, telles qu'énumérées dans le questionnaire : entreprises spécialisées du secteur privé, conseils en propriété intellectuelle ou encore centres publics régionaux et associations à but non lucratif.

Debackere et Veugelers (2005) mentionnent plusieurs avantages comparatifs de ces services propres des OPR : ils exercent leurs responsabilités à proximité des équipes de recherche (décentralisation), réduisant ainsi les problèmes d'asymétries d'information rencontrés

classiquement sur le marché des connaissances scientifiques et technologiques ; ils fournissent aux chercheurs un soutien administratif professionnel et réactif pour les aspects financiers, légaux et de propriété intellectuelle, leur permettant ainsi de concentrer leur effort sur les activités de recherche ; et ils garantissent l'autonomie nécessaire dans l'OPR pour favoriser le développement des relations avec les entreprises.

Du côté des variables de contrôle, il ressort que la fréquence des brevets est corrélée à la taille du laboratoire mesurée en termes de salariés : les grands laboratoires sont davantage susceptibles de retirer des brevets de leurs collaborations de recherche avec les entreprises. Il est toutefois difficile d'interpréter ce résultat, en raison de trois difficultés principales. Premièrement, étant donné que la fréquence des brevets est une variable discrète codée de 1 à 4, il n'est pas possible de déduire une valeur de l'élasticité de la production de brevets collaboratifs à partir du coefficient de régression obtenu pour la variable *LogEmployees*, ni donc de conclure quant à la croissance ou la décroissance des rendements d'échelle. Deuxièmement, seule une partie des effectifs du laboratoire est *a priori* associée aux collaborations de recherche avec les entreprises, sans compter que l'entreprise partenaire peut elle aussi engager des ressources humaines dans la coopération. Troisièmement, alors qu'il pourrait sembler assez intuitif que le laboratoire retire d'autant plus de résultats de ses coopérations avec les entreprises qu'il est grand, notre précédent modèle a montré au contraire que ce n'était pas le cas pour la fréquence des publications.

Une deuxième variable de contrôle a une corrélation significative avec la fréquence des brevets : les laboratoires affiliés au CEA, un OPR français dédié à la défense, l'énergie, les TIC et les technologies de la santé, ont une plus forte propension à retirer des brevets de leurs collaborations de recherche avec les entreprises que la modalité de référence (INRIA, Institut Pasteur et Institut Curie). Debackere et Veugelers (2005) ont aussi constaté que le CEA était l'institution de recherche la plus active en Europe pour les dépôts de brevets.

Notre dernier résultat montre que la production de brevets dans les collaborations de recherche avec les entreprises est plus fréquente lorsque les laboratoires comptent dans leurs effectifs une grande proportion de doctorants et plus particulièrement encore de postdoctorants. Les résultats de travaux précédents ont laissé la question ouverte puisque l'effet de cycle de vie et l'effet de cohorte jouent *a priori* dans des sens contraires. Les chercheurs les plus jeunes sont plus ouverts à la culture du brevet et plus sensibilisés au processus de dépôt de brevet (effet de cohorte), tandis qu'ils reçoivent des incitations moindres et font face à des coûts d'opportunités plus importants que leurs aînés titularisés dans leurs postes pour divulguer leurs inventions et déposer des brevets (effet de cycle de vie).

Selon nos résultats, il semble que l'effet de cohorte domine l'effet de cycle de vie. Les postdoctorants constitueraient une population spécifique en termes de productivité de brevets collaboratifs puisque leur coefficient de corrélation est bien plus fort et plus significatif que celui des doctorants. Des résultats similaires ont été trouvés par Carayol et Matt (2004) dans leur étude de 80 laboratoires de l'université Louis Pasteur de Strasbourg. Ils suggèrent que les postdoctorants se consacrent à des activités inventives en raison de « leur faible autonomie dans le choix du programme de recherche ou de leur adhésion précoce à un plan de carrière tourné vers la recherche dans l'industrie ».

Écart entre fréquence des publications et fréquence des brevets

Le troisième modèle que nous avons développé et testé s'intéresse aux déterminants de l'écart de fréquence entre publications et brevets. Son intérêt est d'adresser plus directement la problématique de l'équilibre entre résultats scientifiques et résultats technologiques dans les collaborations public-privé de recherche. Les laboratoires publics qui coopèrent fréquemment

avec des entreprises dans le cadre de consortiums de recherche ont tendance à obtenir des résultats collaboratifs qui font pencher la balance du côté des publications, ou plutôt en défaveur des brevets. Ceci découle directement des difficultés rencontrées par les partenaires pour gérer la propriété intellectuelle au sein des consortiums (et particulièrement dans des consortiums public-privé), difficultés déjà mentionnées en discussion du modèle *Patents*. L'autre modalité de recherche collaborative, à savoir les projets de recherche bilatéraux, n'est pas corrélée avec l'écart entre fréquence des publications et des brevets, alors qu'elle est corrélée positivement aux deux types de productions avec un coefficient plus important et plus significatif pour les brevets.

Un résultat qui se déduit directement des régressions sur la fréquence des publications et des brevets est la corrélation négative de la variable d'écart avec la fréquence des nouveaux produits résultant des coopérations public-privé de recherche et l'écart entre fréquence des publications et des brevets. Ceci résulte de l'utilisation courante des brevets pour protéger et s'approprier de nouveaux produits, ainsi que de l'effet préjudiciable qui y est associé sur les taux de publication (déjà mentionné plus haut). En outre, les variables *Processes* et *Prototypes* ne sont corrélées ni l'une ni l'autre avec l'écart entre fréquence des publications et des brevets, alors que nous avons observé qu'elles étaient corrélées à la fréquence des publications d'une part et à celle des brevets d'autre part. En particulier, les corrélations positives de la variable *Prototypes* avec les fréquences en termes de publications comme de brevets semblent se neutraliser mutuellement dans le modèle d'écart.

Enfin, la proportion de postdoctorants dans le personnel du laboratoire est corrélée négativement à la probabilité que les publications soient plus fréquentes que les brevets. Les deux premiers modèles avaient montré que cette variable était positivement corrélée à la fréquence des brevets, avec un ordre de grandeur et une signification élevés, mais non corrélée à la fréquence des publications. Remarquons qu'aucune variable de contrôle n'a de corrélation significative avec l'écart entre fréquence des publications et fréquence des brevets.

■ Conclusion

L'enquête réalisée en 2004 auprès des laboratoires des grands organismes publics de recherche français dans les domaines de la chimie, des sciences de la vie et des STIC, dont nous avons analysé les données, indique que les coopérations de R & D entre les laboratoires publics et les entreprises produisent plus souvent des publications que des brevets¹¹ et nous donne quelques indices sur les raisons sous-jacentes. Pour l'essentiel, les résultats originaux que produisent nos modèles économétriques sont une confirmation que les collaborations en consortiums rendent difficiles les négociations sur les brevets qui y sont obtenus, et une indication que les postdoctorants ont une productivité très élevée en termes de brevets au sein des collaborations de recherche avec les entreprises.

La question du sens de la causalité entre fréquence des brevets issus des coopérations de recherche et proportion de postdoctorants dans les effectifs des laboratoires publics n'est pas abordée dans cet article. Notre discussion des effets de cohorte et de cycle de vie permet d'envisager que les postdoctorants aient effectivement une productivité scientifique et technologique élevée et qu'ils jouent un rôle clé dans les coopérations de R & D avec les entreprises, au moins en France. Mais dans leur analyse des laboratoires du Conseil National de la Recherche italien, Bonaccorsi et Daraio

¹¹ Comme nous l'avons exposé dans Goddard et Isabelle (2006a), ce simple fait pose en lui-même des questions quant à la robustesse des indicateurs de brevets pour mesurer la production de connaissances dans le contexte de partenariats de recherche public-privé. Ces questions s'adressent autant à la recherche en économie qu'aux politiques publiques destinées à stimuler ces collaborations en spécifiant les résultats attendus en termes de nouveaux brevets.

(2003) proposent une autre interprétation de la corrélation que nous avons trouvée en retournant le sens de la causalité. Selon leur hypothèse « d'attractivité », le postdoctorat correspond à une phase de prérecrutement dans la carrière des chercheurs, à l'occasion de laquelle les laboratoires les plus prestigieux – ceux qui affichent les meilleurs indicateurs en termes de production scientifique et technologique – attirent les meilleurs candidats et peuvent leur offrir de meilleures conditions de travail. Un cercle vertueux s'enclencherait donc entre l'attraction de jeunes chercheurs talentueux, le prestige du laboratoire et la disponibilité de ressources financières et matérielles.

La corrélation relativement faible mise à jour dans nos modèles entre la proportion de doctorants dans les laboratoires publics de recherche et les indicateurs de productivité au niveau des coopérations avec les entreprises pourrait aussi être expliquée dans ce cadre. Comme Carayol et Matt (2004) le suggèrent, les doctorants et les postdoctorants choisissent leurs laboratoires de recherche par des canaux différents : ces derniers semblent favoriser la réputation du laboratoire et ses performances en termes de publications et de brevets, alors que les doctorants semblent valoriser les contacts personnels qu'ils ont pu nouer avec tel ou tel professeur à la fin de leurs études supérieures.

Il serait nécessaire d'appliquer des techniques économétriques plus sophistiquées à un jeu de données plus complet pour pouvoir évaluer le sens de la causalité entre les effectifs de postdoctorants des laboratoires publics et la productivité des collaborations en termes de brevets. Quel que soit le sens de la causalité, le résultat original que nous avons obtenu met en lumière le rôle clé joué par les postdoctorants pour la production de connaissances scientifiques et technologiques commercialement exploitables dans le cadre de partenariats public-privé de recherche en France. Il souligne l'importance de disposer de politiques et d'outils de gestion des ressources humaines plus explicites pour cette frange jeune de la population de chercheurs.

Une limite de notre étude tient à la présence possible de biais dans notre échantillon, qui ne peut pas se vérifier facilement étant donné le manque d'information pour les laboratoires non-répondants. Une fois encore, nos résultats doivent être considérés comme indicatifs plutôt que conclusifs. En outre, notre base de données ne nous a pas permis d'inclure dans nos régressions toutes les variables pour lesquelles un impact peut être envisagé sur la production de brevets ou de publications dans les collaborations de recherche public-privé. Il en va ainsi du profil des activités des laboratoires entre recherche fondamentale et recherche appliquée, comme de leur expérience en matière de dépôt de brevets, qui aurait par exemple pu être mesurée par la taille de leur portefeuille de brevets.

Pour conclure, il nous semblerait souhaitable que s'ouvre plus largement le champ des recherches visant une comparaison internationale des coopérations de R & D entre laboratoires publics de recherche et entreprises. Notre travail devrait y contribuer puisque l'enquête constitue déjà un standard : elle est largement inspirée de l'enquête Carnegie Mellon conçue par Cohen *et al.* (1994), à l'instar de celle réalisée par Meyer-Krahmer et Schmoch (1998) en Allemagne. Elle est en cours de transposition dans les universités belges, et cette diffusion pourrait être étendue à d'autres pays européens. Si un nombre important d'enquêtes comparables finissait par être disponible à l'échelle européenne, il serait opportun qu'elles soient exploitées d'une manière aussi normalisée que possible afin de permettre des comparaisons poussées de la productivité scientifique et technologique des coopérations public-privé de R & D ; nous espérons que la méthodologie simple et éprouvée développée dans cet article pourra agir dans ce sens.

Il s'agit toutefois d'une première étape : pour obtenir des conclusions plus robustes, il serait nécessaire d'ajouter dans les modèles de régression des variables spécifiques à chaque pays comme les caractéristiques du régime de propriété intellectuelle dans les institutions de recherche, l'intensité de R & D des entreprises du pays (c'est-à-dire une mesure de la demande de collaborations de recherche), etc. Nous souhaitons vivement que les chercheurs d'autres pays rejoignent nos efforts pour relever ce défi.

Bibliographie

- Adams J., Griliches Z., « Research Productivity in a System of Universities », *Annales d'Économie et de Statistique*, 1998, 49(50), p. 127-162.
- Agrawal A., Henderson R., « Putting Patents in Context : Exploring Knowledge Transfer from MIT », *Management Science*, 2002, vol. 48, p. 44-60.
- Azoulay P., Ding W., Stuart T., « The Impact of Academic Patenting on the Rate, Quality, and Direction of (Public) Research », *NBER Working Paper*, 2006, 11917.
- Blumenthal D., Epstein S., Maxwell J., « Commercializing university research : Lessons from the experience of the Wisconsin Alumni Research Foundation », *New England Journal of Medicine*, 1986, 314(25), p. 1621-26.
- Blumenthal D., Campbell E., Anderson M., Causino N., Seashore-Louis K., « Withholding research results in academic life science : evidence from a national survey of faculty », *Journal of the Academic Medical Association*, 1997, vol. 277, p. 1224-1228.
- Bonaccorsi A., Daraio C., « Age effects in scientific productivity. The case of the Italian National Research Council (CNR) », *Scientometrics*, 2003, 58(1), p. 35-48.
- Carayol N., Matt M., « The exploitation of complementarities in scientific production process at the laboratory level », *Technovation*, 2004, 24, p. 455-465.
- Cassier M., Foray D., « Public knowledge, private property and the economics of high-tech consortia », *Economics of Innovation and New Technology*, 2002, 11(2), p. 123-132.
- Cohen W.M., Florida R., Goe R., « University-Industry Research Centers in the United States », *Report to the Ford Foundation*, Mimeo, Carnegie Mellon University, 1994.
- Cohen W.M., Florida R., Randazzese L., Walsh J., « Industry and the Academy : Uneasy Partners in the Cause of Technological Advance » in Roger Noll (ed.), *Challenge to the Research University*, Washington, DC, Brookings Institution, 1998.
- Dasgupta P., David P.A., « Toward a New Economics of Science », *Research Policy*, 1994, vol. 23, p. 487-521.
- Debackere K., Veugelers R., « The role of academic technology transfer organizations in improving industry science links », *Research Policy*, 2005, 34, p. 321-342.
- Diamond A.M., « The life-cycle research productivity of mathematicians and scientists », *The Journal of Gerontology*, 1986, 41, p. 520-525.
- Ernst H., Leptien C., Vitt J., « Inventors Are Not Alike : The Distribution of Patenting Output Among Industrial R & D Personnel », *IEEE Transactions on Engineering Management*, 2000, 47(2), p. 184-199.
- Foray D., Steinmueller W.E., « On the economics of R & D and technological collaborations : Insights and results from the project Colline », *Economics of Innovation and New Technology*, 2003, 12(1), p. 77-91.
- Goddard J.G., Isabelle M., « How do Public Laboratories Collaborate with Industry ? New Survey Evidence from France », *Working Paper IMRI*, 2006a, 6/02.

- Goddard J.G., Isabelle M., « Managing intellectual assets within knowledge-based partnerships : Insights from a survey of public laboratories collaborating with industry », *Working Paper IMRI*, 2006b, 06/03.
- Hagedoorn J., « Sharing intellectual property rights – an exploratory study of joint patenting amongst companies », *Industrial and Corporate Change*, 2003, 12(5), p. 1035-1050.
- Henderson R., Jaffe A.B., Trajtenberg M., « Universities as a Source of Commercial Technology : A Detailed Analysis of University Patenting, 1965-1988 », *Review of Economics and Statistics*, 1998, vol. 80, p. 119-127.
- Isabelle M., « Proprietary vs. Open-Access Dimensions of Knowledge. Illustration in a Large Public Research Organisation », in Laperche B., Uzunidis D. and Von Tunzelmann G.N. (eds.), *The Genesis Of Innovation. Systemic Linkages Between Knowledge and the Market*, Cheltenham, Edward Elgar, 2008.
- Jensen R., Thursby J., Thursby M., « Disclosure and licensing of university inventions : The best we can do with the s**t we get to work with », *International Journal of Industrial Organization*, 2003, 21(9), p. 1271-1300.
- Kortum S., Lerner J., « Stronger Protection or Technological Revolution : What is Behind the Recent Surge in Patenting ? », *Carnegie-Rochester Series on Public Policy*, 1998, vol. 48, p. 247-304.
- Levin R.C., Klevorick A.K., Nelson R.R., Winter S.G., « Appropriating the Returns from Industrial Research and Development », *Brookings Papers on Economic Activity*, 1987, 3, p.783-820.
- Levin S.G., Stephan P.E., « Research productivity over the life cycle : evidence for academic scientists », *American Economic Review*, 1991, 81, p. 114-132.
- Lotka A.J., « The Frequency Distribution of Scientific Productivity », *Journal of Washington Academy of Science*, 1926, 16(12), p. 317-23.
- Mansfield E., Lee J.-Y., « The Modern University : Contributor to Industrial Innovation and Recipient of Industrial R & D Support », *Research Policy*, 1996, vol. 25, p. 1047-1058.
- Meyer-Krahmer F., Schmoch U., « Science-Based Technologies : University-Industry Interactions in Four Fields », *Research Policy*, 1998, vol. 27, p. 835-851.
- Narin F., Breitzman A., « Inventive Productivity », *Research Policy*, 1995, 24, p. 507-519.
- Nelson R.R., « Observations on the Post-Bayh-Dole Rise in University Patenting », *Journal of Technology Transfer*, 2001, vol. 26, p. 13-19.
- OCDE, *Les partenariats public-privé pour la recherche et l'innovation : Une évaluation de l'expérience française*, Paris, OCDE, 2004.
- OECD, *Benchmarking Industry-Science Relationships*, Paris, OECD, 2002.
- Owen-Smith J., Powell W., « To Patent or Not : Faculty Decisions and Institutional Success at Technology Transfer », *Journal of Technology Transfer*, 2001, 26(1/2), p. 99-114.
- Owen-Smith J., Powell W., « The Expanding Role of University Patenting in the Life Sciences : Assessing the Importance of Experience and Connectivity » *Research Policy*, 2003, 32, p. 1695-1711.
- Price D.J., De Solla, *Little Science, Big Science... and Beyond*, Columbia University Press, New York, 1986.

Siegel D.S., Waldman D., Link A., « Assessing the Impact of Organizational Practices on the Relative Productivity of University Technology Transfer Offices : An Exploratory Study » *Research Policy*, 2003, 32, p. 27-48.

Stephan P.E., Gurmu S., Sumell A.J., Black G., « Who's Patenting in the University ? Evidence from the Survey of Doctorate Recipients », *Forthcoming in the Economics of Innovation and New Technology*, 2005.

Stephan P., Levin S., « Property Rights and Entrepreneurship in Science », *Small Business Economics*, 1996, 8(3), p. 177-188.

Stokes D., *Pasteur's Quadrant, Basic Science and Technological Innovation*, Brookings Institution Press, Washington, DC, 1997.

Swamidass P.M., Vulasa V., « Why university inventions rarely produce income ? Bottlenecks in university technology transfer », *Journal of Technology Transfer*, 2008, 34(4), p. 203-224.

Thursby J.G., Jensen R., Thursby M.C., « Objectives, Characteristics and Outcomes of University Licensing : A Survey of Major U.S. Universities », *Journal of Technology Transfer*, 2001, vol. 26, p. 59-72.

Thursby J.G., Thursby M.C., « Industry/University Licensing : Characteristics, Concerns and Issues from the Perspective of the Buyer », *Journal of Technology Transfer*, 2003, vol. 28, p. 207-213.

Thursby J.G., Thursby M.C., « Who is Selling the Ivory Tower ? Sources of Growth in University Licensing », *Management Science*, 2002, vol. 48, p. 90-104.

Van Looy B., Callaert J., Debackere K., « Publication and patent behavior of academic researchers : Conflicting, reinforcing or merely co-existing ? », *Research Policy*, 2006, 35, p. 596-608.

Troisième partie

Innovation et performances économiques

- 3-1 L'activité d'innovation influence-t-elle
la structure financière des entreprises ? 168
- 3-2 Innovation et performance des exportateurs :
une analyse empirique
sur données d'entreprises françaises 186
- 3-3 Innovation, productivité et exportation :
une comparaison entre pays européens
et latino-américains 208
- 3-4 De la qualité à l'innovation : éléments tirés
de deux enquêtes auprès des entreprises françaises 240
- 3-5 Innovations et performances des sociétés : comparaison
entre les services et l'industrie manufacturière 268
- 3-6 La participation des entreprises aux PCRD européens
et ses impacts : une comparaison France/Pays-Bas 300

L'activité d'innovation influence-t-elle la structure financière des entreprises ?

Jean Belin¹
Sandra Cavaco²
Marianne Guille³

Résumé

Les entreprises innovantes présentent souvent une structure financière caractérisée notamment par un fort autofinancement et un recours aux banques relativement faible. Pourtant, les activités d'innovation ou de R & D n'apparaissent pas comme un élément déterminant dans les travaux empiriques consacrés à la structure financière. Cet article a pour objet d'examiner dans quelle mesure la réalisation de ce type d'activités influence le recours à la dette bancaire des entreprises françaises. À partir d'une analyse dynamique en données de panel sur la période 1994-2004 utilisant les enquêtes CIS et R & D, nous montrons que l'effort en R & D réduit ce recours à la fois dans les ressources totales et dans l'endettement total des entreprises. En revanche, le fait d'être une entreprise innovante n'a pas d'impact.

Cette recherche a bénéficié des fonds du 7^e programme-cadre de recherche de l'Union européenne (SSH), FINNOV (n°217466). Nous remercions les participants aux Journées de Microéconomie Appliquée, Université de Dijon, (juin 2009), et aux 26^e Journées d'Économie Monétaire et Financière, Université d'Orléans (juin 2009).

¹ GREThA (UMR CNRS 5113), Université de Bordeaux IV, jean.belin@u-bordeaux4.fr

² LEM (EA 4442), Université Panthéon-Assas Paris 2, sandra.cavaco@u-paris2.fr ; CPP Aarhus School of Business, Denmark

³ LEM (EA 4442), Université Panthéon-Assas Paris 2, guille@u-paris2.fr

■ Introduction

Les différences de structure financière observées entre les firmes ont fait l'objet d'une abondante littérature depuis le résultat de neutralité obtenu par Modigliani et Miller (1958). Cette littérature a d'abord expliqué le choix du taux d'endettement qui résume souvent la structure financière par un arbitrage entre l'avantage fiscal de la dette et l'augmentation des coûts de faillite induite (*Trade-Off Theory*) avant de mettre l'accent sur l'existence d'asymétries d'information entre dirigeants et apporteurs de capitaux (Jensen, Meckling 1976, Ross 1977, Myers, Majluf 1984, Jensen 1986). Ces asymétries génèrent des contraintes financières en raison de coûts d'agence ou de signalisation de la dette et des capitaux propres. Selon Myers (1984), la minimisation de ces coûts crée une hiérarchie entre les différents modes de financement allant de l'autofinancement aux dettes sûres puis risquées et se terminant par les émissions d'actions (*Pecking Order Theory*).

Concrètement, le taux d'endettement dépend des caractéristiques de la firme et du projet à financer (taille, âge, profitabilité, structure de propriété, risque...). En particulier, certaines firmes peuvent rencontrer des contraintes financières spécifiques lorsqu'elles sont petites, jeunes ou présentent des opportunités d'investissement risquées (Berger, Udell 1998). Bien qu'elle ait déjà été soulignée par Schumpeter et plus récemment par certains auteurs, comme Aghion et Tirole (1994), l'influence des activités innovantes sur ces contraintes a été peu étudiée.

Or, les caractéristiques des projets innovants (risque élevé, fortes asymétries d'information entre dirigeants et apporteurs de capitaux, actifs très spécifiques et souvent incorporels...) se traduisent par des coûts de faillite élevés, de faibles garanties à offrir aux prêteurs et des difficultés d'évaluation et de contrôle qui peuvent notamment renforcer les incitations des dirigeants à prendre plus de risques et à opérer des transferts de richesse au détriment des apporteurs de capitaux.

Les projets innovants s'avèrent donc difficiles à financer par un recours aux banques ou aux marchés financiers. Financés en priorité par l'autofinancement des entreprises, ils peuvent bénéficier dans certains cas de modes de financement spécifiques comme le capital-risque ou les financements publics directs ou indirects (contrats civils ou militaires de R & D, crédits incitatifs, crédit impôt recherche,...). En conséquence, les firmes innovantes devraient se caractériser par une structure financière particulière. Toutefois, le problème du financement de l'innovation a plutôt été abordé sous l'angle des contraintes financières comme une source du sous-investissement chronique en R & D des entreprises⁴.

L'hypothèse d'une causalité inverse a été peu explorée par l'abondante littérature empirique consacrée aux déterminants de la structure financière des firmes. Bah et Dumontier (2001) et Aghion *et al.* (2004) sont parmi les premiers à l'aborder explicitement en introduisant à côté des déterminants usuels de la structure financière des indicateurs de l'activité de R & D des entreprises tirés de leurs bilans. Leurs résultats montrent notamment que l'effort de R & D de grandes entreprises cotées exerce une influence négative sur leur taux d'endettement.

Cet article prolonge ces travaux sur plusieurs points. Il étend l'analyse à un large ensemble d'entreprises françaises, dont les activités d'innovation et de R & D sont prises en compte à partir d'enquêtes spécifiques, les enquêtes CIS et R & D, et non des bilans des entreprises, afin de limiter le biais de comptabilité et de disposer de données plus précises. La base Diane est utilisée pour les autres informations. Ce panel d'entreprises qui porte sur la période 1994-2004

⁴ Cf. Hall (2002).

offre l'intérêt de comprendre un grand nombre d'entreprises non cotées et de PME, dans la mesure où l'endettement représente souvent leur seule source de financement externe, leur accès aux marchés financiers étant très limité et le financement par capital-risque demeurant largement insuffisant en France.

En outre, le taux d'endettement de ces entreprises est analysé à partir d'une approche dynamique, la méthode d'estimation du système GMM développée par Blundell et Bond (1998), qui permet de tenir compte de l'hétérogénéité non observée et du biais potentiel d'endogénéité de la variable R & D. Enfin, l'accent est mis sur le recours à la dette bancaire pour deux raisons principales. D'une part, les banques jouent un rôle central dans le financement des entreprises en raison de leurs avantages informationnels⁵, souligné récemment par les effets réels de la contraction de leurs crédits faisant suite à la crise des subprimes. D'autre part, différentes études ont montré que la dette bancaire représente une source limitée de financement pour les entreprises innovantes en France⁶.

L'analyse du taux d'endettement bancaire, qui reflète l'importance du recours aux banques des entreprises dans leur structure financière en rapportant leur dette bancaire à leurs ressources totales, est complétée par celle de la composition de la dette (la part d'endettement bancaire dans la dette totale). L'influence du caractère innovant des entreprises sur ces deux ratios d'endettement bancaire est appréhendée au travers de deux variables, d'une part une indicatrice de la réalisation d'une activité d'innovation ou de R & D, et d'autre part l'effort de R & D mesuré par le rapport des dépenses de R & D au chiffre d'affaires.

À côté de ces variables, les déterminants usuels de la structure financière sont introduits, comme la taille et la profitabilité, ainsi que des variables de contrôle financières additionnelles comme les garanties, la capacité d'autofinancement ou les financements provenant du groupe.

Après un rappel des principaux facteurs explicatifs de la structure financière des entreprises mis en évidence dans la littérature empirique, nous présentons les données et la méthode d'estimation utilisées dans cette étude avant d'analyser les résultats obtenus.

■ Les facteurs explicatifs de la structure financière

Les choix de structure financière des entreprises ont fait l'objet d'un grand nombre de travaux empiriques qui s'intéressent principalement aux facteurs explicatifs du taux d'endettement. Fondés sur des techniques d'estimation différentes et des données variées, provenant essentiellement d'entreprises américaines, ces travaux n'ont pas abouti à une approche unifiée de ces choix.

En particulier, les travaux qui ont cherché à comparer la pertinence des deux principales théories concurrentes, autrement dit l'hypothèse d'un taux d'endettement cible, postulée par la *Trade-Off Theory*, versus celle d'une relation entre besoin de financement et endettement, conforme à la *Pecking Order Theory*, n'ont pas véritablement permis de départager ces deux hypothèses (Fama, French 2002).

Cependant, il est possible de dégager les principaux facteurs explicatifs du taux d'endettement mis en évidence par les nombreux travaux qui testent simultanément différentes hypothèses relevant de théories alternatives afin de prendre en compte les facteurs susceptibles d'être pertinents.

⁵ Rajan (1992), Nakamura (1993), Guille (1994).

⁶ Planès *et al.* (2002), Belin *et al.* (2003), Belin et Guille (2004).

Parmi les hypothèses confirmées, on relève plusieurs facteurs en relation positive avec le taux d'endettement : la fiscalité, conformément à la prédiction de la *Trade-Off Theory* (Mackie-Mason 1990), la concentration de la propriété (Kim, Sorensen 1986), les actifs tangibles et les garanties (Rajan, Zingales 1995 sur un échantillon international provenant des pays du G7, Gaud *et al.* 2005 sur données suisses), ce qui conforte plutôt les théories de l'agence ou des droits de propriété, ou encore la taille de l'entreprise (Rajan, Zingales 1995, Bah, Dumontier 2001, Frank, Goyal 2003, Gaud *et al.* 2005). Toutefois, il importe de souligner que, dans certaines études sur données européennes, l'impact de la taille sur le taux d'endettement se révèle négatif (Biais *et al.* 1995, Kremp, Stöss 2001, Paulet 2003).

Plusieurs raisons peuvent expliquer ces résultats contradictoires concernant l'influence de la taille. D'une part, il existe des différences dans les systèmes financiers, en particulier l'endettement joue un rôle plus important dans le financement des entreprises en Europe continentale qu'au Royaume-Uni ou aux États-Unis. D'autre part, d'un point de vue théorique, les deux effets peuvent se justifier dans la mesure où, selon la *Pecking Order Theory* ou les modèles avec effets de réputation et coûts d'accès aux marchés financiers (Diamond 1991, Petersen, Rajan 1994), l'endettement augmente d'abord avec la taille avant de décroître. Enfin, le risque perçu par les banques dépend fortement de la taille, souvent considérée comme une proxy des contraintes financières. La relation entre taille et endettement devrait donc dépendre de la taille moyenne des firmes dans l'échantillon considéré.

Plusieurs autres facteurs exercent une influence négative sur le taux d'endettement : la rentabilité⁷, ce qui conforte la *Pecking Order Theory* plutôt que la *Trade-Off Theory* (Titman, Wessels 1988, Rajan, Zingales 1995, Kremp, Stöss 2001, Fama, French 2002, Gaud *et al.* 2005), les liquidités (Ozkan 2001 sur données britanniques), les opportunités de croissance et la hausse du cours des actions (Masulis, Korwar 1986, Asquith, Mullins 1986, Hovakimian *et al.* 2001). De même, l'augmentation du coût de la dette réduit généralement le taux d'endettement, bien que cette variable joue un rôle limité dans les analyses théoriques de la structure financière. Kremp et Stöss (2001) montrent sur données franco-allemandes que les grandes entreprises sont plus sensibles au coût de la dette que les PME, ce qui va dans le sens de la théorie des coûts d'accès.

Enfin, l'influence du caractère innovant de l'activité des entreprises sur leur financement fait l'objet de quelques travaux, principalement sous l'angle des contraintes financières. Ainsi, Guiso (1998) utilise une enquête sur la perception de ces contraintes par des entreprises italiennes pour montrer que l'appartenance à la catégorie des entreprises innovantes augmente la probabilité d'être contraint financièrement. Savignac et Sevestre (2007) mobilisent le même type d'enquête (un échantillon de firmes françaises provenant de la Centrale des Bilans, Banque de France) pour obtenir un résultat qui va dans le même sens : les firmes innovantes ont une probabilité d'emprunter plus faible que les autres firmes et des taux d'intérêt plus élevés et augmentant plus avec le montant emprunté, ce qui tend à confirmer l'hypothèse de contraintes financières plus marquées. Le rôle important du capital-risque dans le financement de certains types de firmes innovantes susceptibles d'être confrontées à des contraintes financières prononcées est aussi mis en évidence par Gompers et Lerner (2001) dans le cas des jeunes entreprises innovantes américaines ou Audretsch et Lehmann (2004) dans celui des petites entreprises innovantes allemandes.

⁷ Hovakimian *et al.* (2001) montrent cependant que la rentabilité augmente la propension à s'endetter plutôt qu'à émettre des actions.

Les approches de Bah et Dumontier (2001) et Aghion *et al.* (2004) se distinguent de ces travaux, dans la mesure où ces deux auteurs s'intéressent de manière plus générale au financement des entreprises innovantes, mais aussi de la littérature sur le financement des dépenses de R & D, puisqu'ils étudient la relation inverse : l'impact de ces dépenses sur la structure financière des firmes.

Bah et Dumontier (2001) utilisent des données internationales en coupes instantanées provenant de bilans de sociétés cotées. Ils constituent deux groupes de firmes dans chaque pays ou groupe de pays⁸ à partir de leur ratio dépenses de R & D/chiffre d'affaires⁹. Ils montrent que le taux d'endettement (dette total/actif total) des firmes R & D-intensive (déclarant un ratio dépenses de R & D/CA supérieur à 5 %) est plus faible que celui des firmes non-R & D (ne déclarant pas de dépenses de R & D) dans tous les pays, en contrôlant pour la taille, la profitabilité et les économies d'impôt non liées à la dette de ces entreprises. La maturité des dettes des firmes R & D-intensive est également plus importante, excepté au Japon.

À partir du même type de données, tirées des bilans de sociétés, Aghion *et al.* (2004) construisent un panel non cylindré de 900 firmes industrielles britanniques cotées à la bourse de Londres sur la période 1990-2002. L'activité de R & D est prise en compte par une indicatrice prenant la valeur de l'unité lorsque le bilan de l'entreprise comprend des dépenses de R & D, celle de zéro sinon, et par une variable représentant son effort de R & D (dépenses de R & D /CA). Ils mettent en évidence un impact positif de l'indicatrice de R & D mais négatif de l'effort de R & D sur le taux d'endettement (dette totale/actif total). Autrement dit, les firmes ayant peu de dépenses de R & D s'endettent plus que celles sans R & D mais l'utilisation de la dette décroît avec l'effort de R & D. Cette relation non linéaire n'est pas vérifiée lorsqu'ils s'intéressent à la seule dette bancaire. En effet, la part de la dette bancaire dans la dette totale diminue avec l'indicatrice de R & D et l'effort de R & D.

■ Données et faits stylisés

L'échantillon d'entreprises est construit à partir des enquêtes annuelles sur les dépenses de R & D (MENRT) et des enquêtes communautaires sur l'innovation (CIS, Sessi) sur la période 1994-2004. L'analyse est ciblée sur les secteurs de l'industrie manufacturière hors industries agroalimentaires dans la mesure où ces secteurs représentent une part largement prépondérante des dépenses de R & D des entreprises (85% des dépenses internes de R & D des entreprises françaises en 2004).

Les informations générales (effectif, secteur...) et financières (montant de la dette, chiffre d'affaires, capacité d'autofinancement...) caractérisant les entreprises sont tirées de la base Diane (SCRL).

Afin de prendre en compte l'ensemble des entreprises innovantes au sens large du terme, une entreprise est considérée comme innovante si elle est engagée dans un processus d'innovation ou bien a effectué des dépenses de R & D. En effet, l'activité d'innovation ne se limite pas à la réalisation de dépenses de R & D, même si celles-ci constituent la source principale de

⁸ États-Unis, Japon, Royaume-Uni et un groupe de trois autres pays européens (France, Allemagne, Pays-Bas).

⁹ En 1996, l'année étudiée, seules les firmes américaines étaient obligées de reporter leurs dépenses de R & D dans leurs bilans à condition qu'elles représentent au moins 1 % de leur CA. Dans les autres pays, les firmes ne reportant pas de dépenses de R & D ont été classées dans le groupe des non-R & D seulement si elles appartenaient à l'un des quatre secteurs industriels considérés par les auteurs comme sans activité de R & D.

l'innovation. L'ensemble des entreprises innovantes est donc plus large que celui des entreprises effectuant des dépenses de R & D.

Pour identifier plus exhaustivement les entreprises innovantes au cours de cette période, nous avons donc croisé les enquêtes CIS avec les enquêtes R & D. Les enquêtes CIS nous permettent d'identifier les entreprises engagées dans un processus d'innovation au sens large du terme : avoir réalisé une innovation de produit ou de procédé au sens du Manuel d'Oslo (OCDE) ou bien des activités spécifiquement entreprises en vue de développer ou de mettre en œuvre une innovation de produit ou de procédé (l'entreprise a un projet d'innovation en cours ou abandonné). Les enquêtes CIS nous permettent aussi de vérifier certaines informations comme la taille, le secteur ou l'activité de R & D, activité qui est par ailleurs détaillée dans les enquêtes R & D. Ces enquêtes s'adressent aux entreprises exécutant en interne ou en externe des activités de R & D de façon permanente et organisée au sens du Manuel de Frascati (OCDE), entreprises qui réalisent la quasi-totalité des dépenses de R & D des entreprises françaises. Les enquêtes R & D sont donc utilisées pour identifier les entreprises engagées dans une activité de R & D mais aussi pour mesurer leur effort de R & D, à partir du ratio dépenses de R & D / chiffre d'affaires, ainsi que les financements publics de la R & D reçus par ces entreprises. Une entreprise est donc considérée comme non innovante si elle n'a pas déclaré d'activité d'innovation dans les enquêtes CIS et n'apparaît pas non plus comme une entreprise réalisant des dépenses de R & D dans les enquêtes R & D.

Notre échantillon d'entreprises est construit à partir de la fusion des différentes bases sur la période 1994-2004. Après avoir enlevé les informations aberrantes et retenu uniquement les entreprises pour lesquelles l'ensemble des informations est disponible, nous obtenons un échantillon contenant 43 755 observations, soit en moyenne 3 977 entreprises par an. En raison de la présence de variables retardées dans nos estimations, les comptes des entreprises doivent être disponibles sur plusieurs années consécutives, de ce fait notre panel non cylindré contient finalement 15 971 observations.

Ces entreprises sont majoritairement des PME (85 %), selon le critère d'effectif de la Commission européenne (moins de 250 salariés), et des entreprises non engagées dans des activités d'innovation ou de R & D (2/3 vs 1/3), comme dans l'échantillon initial. Les entreprises innovantes sont plus grandes en moyenne que les autres entreprises (69 % des entreprises innovantes sont des PME vs 94 % des autres entreprises) ; un constat vérifié dans la plupart des études statistiques sur l'innovation (enquêtes CIS)¹⁰. Les statistiques descriptives concernant notre échantillon de travail sont présentées dans le tableau 1.

¹⁰ Cf. notamment Kremp et Rousseau (2006).

TABEAU 1
Statistiques descriptives

Variables	Échantillon total	Ent. innovantes	Ent. non innovantes
	Moyenne (écart-type)	Moyenne (écart-type)	Moyenne (écart-type)
Endt. bancaire / ressources totales	0,14 (0,11)	0,13 (0,11)	0,14 (0,11)
Endt. bancaire / endt. total	0,53 (0,31)	0,51 (0,33)	0,54 (0,30)
Taille entreprise (PME)	0,86 (0,35)	0,69 (0,46)	0,94 (0,24)
Activité d'innovation	0,32 (0,47)		
Intensité R & D		0,03 (0,09)	
Profitabilité	0,07 (0,27)	0,07 (0,23)	0,06 (0,29)
Financements groupe	0,02 (0,06)	0,02 (0,05)	0,03 (0,06)
Financements publics		0,01 (0,02)	
Capacité d'autofinancement	0,05 (0,11)	0,06 (0,08)	0,05 (0,11)
Garanties	0,16 (0,11)	0,16 (0,10)	0,16 (0,11)
Taux de croissance des ventes	0,05 (0,37)	0,06 (0,46)	0,05 (0,31)
Entreprise cotée	0,01 (0,11)	0,03 (0,16)	0,01 (0,08)
Nombre d'observations	15 971	5 140	10 831

Pour identifier la structure financière des entreprises, deux ratios sont calculés à partir de leurs bilans. Ils représentent les deux variables expliquées de nos estimations : d'une part, le taux d'endettement bancaire, défini comme la somme des dettes bancaires à court et long terme sur le total des ressources, et d'autre part, la part de l'endettement bancaire dans l'endettement total. Les définitions et retraitements utilisés sont ceux de «la méthode d'analyse financière de la Centrale des Bilans» (Banque de France, 2000). Les ressources des entreprises comprennent donc le financement propre (capitaux propres appelés, amortissements et provisions, amortissement crédit-bail) et l'endettement total (ensemble des emprunts et trésorerie passif).

Comme attendu, nous retrouvons un fait stylisé relevé dans plusieurs études empiriques : les entreprises innovantes ont proportionnellement moins de dettes bancaires que les autres entreprises. En effet, ces deux ratios se révèlent plus faibles pour les entreprises innovantes que pour les autres entreprises (*tableau 1*). De plus, l'évolution de leur endettement bancaire montre que ces différences demeurent vérifiées sur l'ensemble de la période d'analyse même si elles s'atténuent en fin de période (*graphiques 1 et 2*). En effet, le taux d'endettement bancaire et sa part dans l'endettement total des deux types d'entreprises ont diminué, mais ce mouvement de désendettement vis-à-vis des banques a été moins marqué pour les entreprises innovantes, dans la mesure où elles étaient déjà moins endettées auprès des banques que les autres entreprises.

Il semble également que l'endettement bancaire des entreprises innovantes soit plus sensible

que celui des autres entreprises aux évolutions conjoncturelles, notamment aux variations du taux d'intérêt et surtout de l'activité (*graphique 3*). En effet, leurs ratios d'endettement bancaire se réduisent plus fortement lors des deux phases de ralentissement observées sur la période d'analyse.

Cette plus grande sensibilité des entreprises innovantes peut s'interpréter en termes d'accélérateur financier (Bernanke, Gertler 1989, Kiyotaki, Moore 1997 ou Bernanke *et al.* 1999). Concrètement, les entreprises innovantes seraient plus affectées par un choc (réel ou financier) qui altère les comptes des entreprises, dégrade leurs conditions de financement et les oblige à réduire leur endettement bancaire, en raison du risque élevé de leurs projets et d'asymétries d'information prononcées entre dirigeants et apporteurs de capitaux.

À partir de nos estimations, nous pourrions alors déterminer si ces particularités de l'endettement bancaire des entreprises innovantes sont dues à leurs activités de R & D et d'innovation ou se révèlent au contraire dépendantes d'autres caractéristiques de ces entreprises.

Dans cet objectif, en complément des variables reflétant les activités de R & D ou d'innovation et des variables d'endettement retardées, plusieurs variables de contrôle caractérisant la situation économique et financière des entreprises sont introduites.

Deux variables sont utilisées afin de tester l'influence des activités de R & D et d'innovation des entreprises sur leurs ratios d'endettement bancaire. La première est une indicatrice de l'engagement de l'entreprise dans une activité d'innovation ou de R & D. Elle prend la valeur de l'unité lorsque l'entreprise a déclaré faire de la R & D ou innover dans l'enquête R & D ou l'enquête CIS de l'année considérée ; l'entreprise est alors considérée comme innovante. L'indicatrice prend sinon la valeur de zéro ; l'entreprise est non innovante dès lors qu'elle n'a pas déclaré faire de la R & D ou innover dans les deux types d'enquêtes. Toutefois, les enquêtes CIS ne permettent pas de disposer d'informations sur le comportement d'innovation des entreprises chaque année. La base CIS2 couvre la période 1994 à 1996, CIS3 la période de 1998 à 2000 et CIS4 la période de 2002 à 2004. Pour les années 1997 et 2001 nous avons donc dû reconstruire cette information. Nous avons considéré qu'une entreprise qui a innové en 1996 ou en 1998 est également innovante en 1997 dans la mesure où la réalisation d'une activité d'innovation est un processus long. Nous avons procédé de la même façon pour l'année 2001.

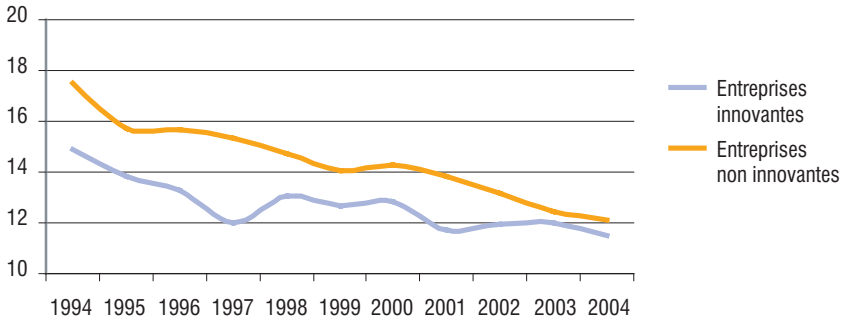
Nous distinguons ensuite, parmi les entreprises innovantes, celles qui déclarent des dépenses de R & D des autres entreprises innovantes. Les entreprises déclarant des dépenses de R & D représentent 59 % des entreprises innovantes et seulement 19 % des entreprises de notre échantillon. La seconde variable reflète donc l'intensité de l'effort de R & D de ces entreprises à partir des dépenses de R & D qu'elles ont déclarées rapportées à leur chiffre d'affaires.

Les variables de contrôle comprennent tout d'abord des indicatrices temporelles annuelles qui permettent de contrôler les effets des chocs conjoncturels communs à toutes les entreprises (technologique, durcissement des conditions d'endettement ...). Les autres variables reflètent les caractéristiques individuelles des firmes pouvant influencer leur endettement bancaire.

Le profil de l'entreprise est caractérisé par deux types d'indicatrices : d'une part, une indicatrice de secteur, le secteur d'appartenance des entreprises influençant à la fois leur mode de financement et la réalisation d'activités innovantes, et, d'autre part, une indicatrice de taille. Cette indicatrice prend la valeur de l'unité lorsque l'effectif de l'entreprise est inférieur à 250 employés, de zéro sinon. Elle permet de contrôler la différence de taille entre les entreprises innovantes et les autres entreprises et de vérifier si l'hypothèse d'une spécificité européenne (un impact négatif de la taille sur l'endettement total contrairement aux pays anglo-saxons) peut être étendue à l'endettement bancaire sur notre échantillon.

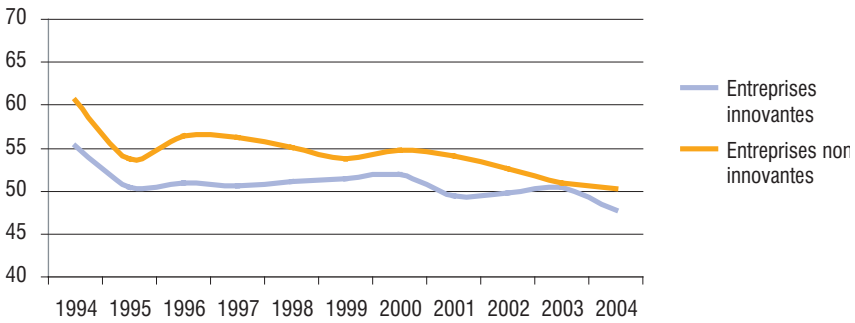
GRAPHIQUE 1
Endettement bancaire/ressources totales

En %



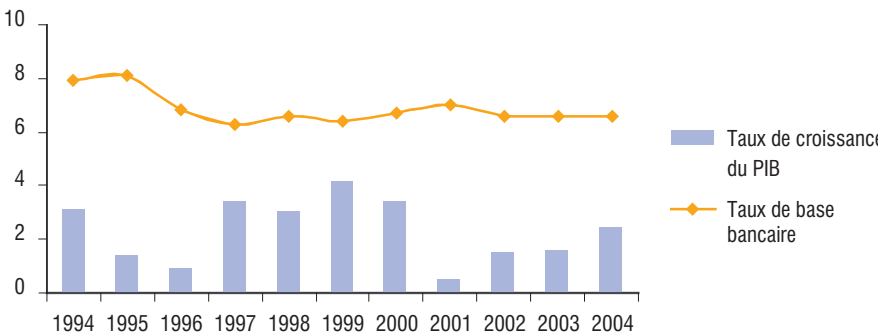
GRAPHIQUE 2
Endettement bancaire/endettement total

En %



GRAPHIQUE 3
Environnement macroéconomique

En %



Plusieurs variables financières de contrôle provenant des bilans et comptes de résultat des entreprises sont aussi introduites. Le taux de croissance du chiffre d'affaires, élément d'appréciation de l'activité de l'entreprise et indirectement de ses besoins d'investissement et de financement, est complété par le ratio de profitabilité. Ce ratio, qui rapporte les profits de l'entreprise à son stock de capital, fournit une mesure du rendement du capital investi dans l'entreprise. Son impact sur l'endettement est généralement négatif, dans la mesure où d'une part, sa hausse peut constituer un signal favorable pour les investisseurs et, d'autre part, il offre indirectement une information sur les financements internes disponibles. L'introduction de ces deux variables permet également de contrôler le fait que l'activité des entreprises innovantes s'avère à la fois plus dynamique et plus profitable que celle des autres entreprises (*tableau 1*).

Pour avoir une mesure plus directe des financements internes, nous ajoutons à notre équation une variable représentative de l'autofinancement : la capacité d'autofinancement rapportée au total des ressources. En effet, l'autofinancement est la source de financement privilégiée des entreprises. De plus, il joue un rôle d'autant plus important qu'elles sont confrontées à des contraintes financières marquées. Or, le taux d'autofinancement des entreprises innovantes est supérieur à celui des autres entreprises (*tableau 1*), comme dans la plupart des études empiriques¹¹, ce qui peut s'expliquer par leurs difficultés à obtenir des financements externes, particulièrement auprès des banques.

Malheureusement, les données de bilan ne permettent pas de distinguer le financement par capitaux propres ou les émissions d'actions de l'autofinancement dans le total du financement propre, interdisant de ce fait de les introduire comme variables de contrôle. Néanmoins, pour tenir compte de l'opportunité de se financer par actions et des effets associés (réduction des asymétries d'information, effet de réputation ...), nous intégrons une indicatrice renseignant le fait pour l'entreprise d'être cotée. Peu d'entreprises sont concernées : seulement 1 % des entreprises de notre échantillon sont cotées en moyenne mais les entreprises innovantes sont plus souvent cotées (3 %) que les autres (*tableau 1*).

Deux autres sources de financement sont réservées à certains types d'entreprises mais peuvent influencer leur recours à l'endettement bancaire. D'une part, les entreprises appartenant à un groupe peuvent recevoir des financements de celui-ci. Ces financements sont rarement introduits comme variable explicative de la structure financière dans les études empiriques¹². Pourtant, le groupe peut être considéré à la fois comme un marché interne des capitaux (Gertner *et al.* 1994) et comme un facteur de réduction des asymétries d'information vis-à-vis des apporteurs de capitaux (Leland, Pyle 1977), facilitant l'accès aux financements externes¹³. C'est pourquoi, nous introduisons le ratio financements du groupe/total des ressources qui n'est en moyenne que de 2 % dans notre échantillon et légèrement plus élevé pour les entreprises non innovantes (*tableau 1*). D'autre part, nous introduisons les financements publics de la R & D rapportés au total des ressources. Ces financements proviennent essentiellement des contrats civils et militaires de R & D commandités par les différentes administrations publiques. Il s'agit d'une aide directe, qui représente une part conséquente des dépenses de R & D de certaines entreprises liées à la Défense et aux grands programmes technologiques¹⁴, et qui peut s'avérer complémentaire ou substituable aux autres sources de financement.

¹¹ Planès *et al.* (2002), Belin et Guille (2004).

¹² Kremp et Sevestre (2000) montrent notamment que les entreprises indépendantes ont plus de difficultés à obtenir des financements externes et sont plus dépendantes des crédits bancaires que celles qui appartiennent à un groupe, à taille équivalente.

¹³ Le Crédit Impôt Recherche qui représente une aide indirecte n'est pas inclus dans ces financements.

¹⁴ Dans les domaines de l'aéronautique, du nucléaire et des TIC.

Enfin, nous introduisons le ratio immobilisations corporelles sur total des ressources comme une variable proxy des garanties des entreprises. En effet, les garanties sont un élément déterminant de l'accord de financement des prêteurs et un élément susceptible de désavantager les entreprises innovantes en raison de l'importance de leurs actifs incorporels.

■ Méthode d'estimation

Le modèle économétrique estimé établit une relation linéaire entre chacun des deux ratios d'endettement bancaire des entreprises françaises considérés, sur la période 1994-2004, noté d , ses valeurs retardées sur deux périodes, les dépenses de R & D réalisées sur la période (I) et un ensemble de variables explicatives de contrôle (X), présentées plus haut, conformément à l'équation suivante :

$$d_{i,t} = \beta_1 d_{i,t-1} + \beta_2 d_{i,t-2} + \beta_3 I_{i,t} + \beta_4 X_{i,t} + u_i + v_t + e_{i,t} \quad (1)$$

où u est l'effet spécifique individuel, v l'effet spécifique temporel et e le terme d'erreur.

Les modèles dynamiques se caractérisant par la présence d'une ou de plusieurs variables endogènes retardées parmi les variables explicatives, l'estimation du modèle (1) par les méthodes classiques (MCO et/ou modèle à effets fixes) donne des estimateurs biaisés et non convergents à cause de la corrélation entre la variable endogène retardée et l'hétérogénéité individuelle. L'introduction de la variable retardée soulève notamment la question de la simultanéité de cette variable avec l'erreur résiduelle.

Ainsi, il est possible d'identifier quatre sources de biais potentiels liés à la spécification du modèle (1) : biais de simultanéité, de causalité inversée (variables indépendantes potentiellement endogènes), de corrélation temporelle des erreurs et de variables omises ou de certaines erreurs de mesure des variables explicatives. En effet, la détermination simultanée de certaines variables, telles qu'ici le taux d'endettement bancaire et les dépenses de R & D, par des éléments de conjoncture non observés, peut entraîner une corrélation entre les valeurs courantes des variables explicatives et les différences premières des erreurs. Par ailleurs, le caractère autorégressif du modèle implique une corrélation entre la variable endogène retardée et les différences premières des erreurs.

La méthode dite des moments généralisés (GMM) d'Arellano et Bond (1991) a été utilisée pour estimer des modèles dynamiques sur des données de panel. Nous avons utilisé l'estimateur GMM en système développé par Blundell et Bond (1998) qui a été spécifiquement mis au point pour l'estimation d'équations de données de panel dynamiques avec des variables dépendantes persistantes et des variables indépendantes potentiellement endogènes¹⁵. Blundell et Bond (1998) ont montré qu'il est plus efficace que l'estimateur des GMM en différences premières¹⁶. Cette méthode dite du *Système GMM* permet de prendre en compte l'ensemble des sources de biais énumérées en instrumentalisant les variables indépendantes avec leurs différences retardées et avec leurs niveaux retardés¹⁷.

¹⁵ Arellano (2003).

¹⁶ Cet estimateur donne des résultats biaisés dans des échantillons finis lorsque les instruments sont faibles.

¹⁷ Les estimations ont été effectuées à l'aide du logiciel Stata 10 à partir de la commande Xtabond2 développée par Roodman (2006).

Enfin, deux tests sont associés à l'estimateur des GMM en panel dynamique. Le premier est le test de suridentification de Sargan/Hansen qui permet de tester la validité des variables retardées comme instruments. Le second est le test d'autocorrélation d'Arellano et Bond (1991) où l'hypothèse nulle est l'absence d'autocorrélation de second ordre.

■ Résultats

Les résultats de nos estimations sont reportés dans le tableau 2. Deux spécifications différentes sont utilisées pour estimer chacune des deux variables expliquées : le ratio d'endettement bancaire (dette bancaire/ressources totales) et la part d'endettement bancaire (dette bancaire/dette totale). La première implémente notre spécification dynamique avec les variables utilisées par Aghion *et al.* (2004) (équations 1 et 2). Toutefois, notre échantillon étant plus large et plus hétérogène, avec notamment un grand nombre de PME et d'entreprises non cotées, nous essayons de contrôler ces différences d'échantillon par l'introduction de deux indicatrices supplémentaires, afin de rendre nos résultats comparables : une indicatrice « être une PME » plutôt qu'une variable de taille continue et une indicatrice « être cotée ». Dans la seconde spécification, plusieurs variables financières de contrôle additionnelles décrites précédemment sont introduites (équations 3 et 4).

Nous constatons tout d'abord trois résultats communs à l'ensemble des spécifications retenues. D'une part, le test de suridentification de Hansen ne permet pas de rejeter l'hypothèse de validité des variables retardées en niveau et en différence comme instruments. D'autre part, le test d'Arellano et Bond confirme l'hypothèse d'absence d'autocorrélation de second ordre. Enfin, le niveau de significativité et la valeur des coefficients des variables retardées d'endettement confirment la nécessité d'une spécification dynamique et d'inclure ces effets. En effet, les deux ratios d'endettement bancaire dépendent fortement de leurs variables retardées : le taux d'endettement retardé d'une période constitue la principale variable explicative et le taux d'endettement retardé de deux périodes joue également un rôle non négligeable même si la valeur du coefficient est moindre.

TABEAU 2
Déterminants de la structure financière des entreprises (Système GMM)

Variable expliquée	Equ. (1)	Equ. (2)	Equ. (3)	Equ. (4)
	Dettes bancaires / Ress. totales	Dettes bancaires / Dettes totales	Dettes bancaires / Ress. totales	Dettes bancaires / Dettes totales
Var. Expliquée (-1)	0,6541*** (35,33)	0,5569*** (38,04)	0,6248*** (32,07)	0,5247*** (34,61)
Var. Expliquée (-2)	0,0730*** (5,05)	0,1388*** (9,75)	0,0664*** (4,69)	0,1305*** (9,36)
Taille (PME)	0,0097*** (4,63)	0,0306*** (4,52)	0,0129*** (5,89)	0,0402*** (5,77)
Taux croiss. ventes	-0,0001 (-0,03)	-0,0015 (-0,30)	0,0018 (0,86)	-0,0059 (-1,10)
Profitabilité	-0,0460*** (-5,86)	-0,0319*** (-3,01)	-0,0224*** (-3,29)	-0,0270** (-2,49)
Innovante	0,0007 (0,45)	0,0057 (1,17)	0,0012 (0,83)	0,0048 (1,01)
Effort de R & D	-0,0255*** (-2,73)	-0,1002** (-2,02)	-0,0376*** (-3,46)	-0,1111*** (-2,85)
Cotation	0,0177*** (2,97)	0,0469*** (2,59)	0,0214*** (3,57)	0,0602*** (3,11)
Garanties			0,1236*** (11,74)	0,4008*** (16,11)
CAF			-0,1018*** (-3,26)	0,027 (1,13)
Financement groupe			-0,1173*** (-7,99)	-0,7572*** (-19,29)
Financement public			0,2056 (1,63)	0,1109 (1,14)
Nbre d'observations	15 971	15 971	15 971	15 971
AR1	p = 0.000	p = 0.000	p = 0.000	p = 0.000
AR2	p = 0.158	p = 0.559	p = 0.105	p = 0.684
Hansen test de suridentification	p = 0.400	p = 0.120	p = 0.414	p = 0.115

Entre parenthèses figurent les t de Student.

* Significatif avec une marge d'erreur de 10 %,

** significatif avec une marge d'erreur de 5 %,

*** significatif avec une marge d'erreur de 1 %.

Les indicatrices de secteur et temporelles annuelles ne sont pas reportées.

Estimations système GMM en deux étapes avec correction de la matrice des covariances (cf. Windmeijer, 2005).

L'analyse des résultats de la première équation permet de constater que la prise en compte de la dynamique et de la causalité inversée entre dépenses de R & D et taux d'endettement bancaire conforte la plupart des résultats obtenus par Aghion *et al.* (2004) sur le taux d'endettement total. En effet, l'effort de R & D et la profitabilité exercent un impact négatif et très significatif sur le taux d'endettement bancaire et le taux de croissance des ventes a un impact non significatif. Toutefois, nos résultats diffèrent des leurs sur deux points. D'une part, la relation non linéaire entre endettement total et R & D n'est pas confortée, dans la mesure où l'impact de l'indicatrice de l'activité d'innovation s'avère non significatif. Ainsi, nous mettons en évidence une simple relation décroissante entre taux d'endettement bancaire et effort de R & D. D'autre part, l'indicatrice de taille (PME) exerce un impact positif sur le taux d'endettement bancaire. Cet effet, contraire à

celui de Aghion *et al.* (2004) qui obtiennent un impact positif du nombre d'employés sur le taux d'endettement total, confirme plutôt la théorie des coûts d'accès aux marchés financiers que l'hypothèse de contraintes plus marquées des PME.

Ces divergences de résultats peuvent tout d'abord s'expliquer par des différences dans les variables utilisées. L'indicatrice de l'activité d'innovation est tirée non des comptes annuels des entreprises mais d'enquêtes spécifiques, ce qui permet à la fois de limiter le biais de comptabilité et de tenir compte des entreprises qui innovent sans faire de R & D¹⁸. De plus, la variable expliquée est l'endettement bancaire rapporté au total des ressources et non l'endettement total (qui comprend toutes les formes d'endettement quelle que soit la nature du prêt et de l'émetteur) sur le total des actifs. Il existe en outre des différences dans les échantillons étudiés : un grand nombre d'entreprises, très majoritairement non cotées et de taille petite ou moyenne, *versus* un échantillon plus réduit composé d'entreprises de grande taille cotées. Enfin, il importe de souligner que le système financier français diffère du système financier britannique. L'effet positif de l'indicatrice PME sur le taux d'endettement bancaire conforte d'ailleurs les résultats obtenus dans d'autres études sur données européennes, notamment françaises et allemandes, portant sur l'endettement total (cf. précédemment).

Si les PME s'endettent proportionnellement plus auprès des banques que les grandes entreprises, il importe de noter qu'il en va de même des entreprises cotées : le fait pour une entreprise d'être cotée exerce un impact positif et très significatif sur son taux d'endettement bancaire. Contrairement aux financements internes qui semblent substituables à l'endettement bancaire, l'impact de la profitabilité étant négatif, l'opportunité de pouvoir se financer par émission d'actions semble plutôt renforcer le recours aux banques, ce qui peut s'expliquer par la réduction des asymétries d'information et l'effet de réputation favorable dont bénéficient les entreprises cotées.

L'introduction de variables explicatives supplémentaires (équation 3) conforte les différents effets mis en évidence dans cette première spécification, dans la mesure où ils persistent avec la même significativité. De plus, ces nouvelles variables sont significatives, à l'exception des financements publics de la R & D. Leur impact positif est seulement à la limite de la significativité (10,3 %), ce qui semble suggérer que ces financements sont plutôt complémentaires à l'endettement bancaire, et pourrait s'expliquer par le fait que leur attribution constitue un signal favorable pour les banques.

Ainsi, nous retrouvons deux effets obtenus dans plusieurs études empiriques sur le taux d'endettement total. D'une part, l'effet des garanties sur le taux d'endettement bancaire est positif et très significatif, ce qui va dans le sens de la théorie de l'agence. Un ratio d'immobilisations corporelles plus important permet aux entreprises d'emprunter davantage aux banques. D'autre part, l'effet de la capacité d'autofinancement, conformément à la prédiction de la *Pecking Order Theory*, est négatif et très significatif.

Enfin, les financements du groupe, qui représentent également un financement interne au sens large du terme, semblent jouer un rôle aussi important que l'autofinancement pour les rares entreprises qui en bénéficient. Le coefficient obtenu est négatif et significatif : l'augmentation de ces financements, comme celle de la profitabilité ou de la capacité d'autofinancement, permet aux entreprises de réduire leur taux d'endettement bancaire. Ces financements apparaissent donc substituables à la dette bancaire.

¹⁸ Toutefois, nos résultats ne sont pas modifiés lorsque nous utilisons une indicatrice de la seule activité de R & D.

L'analyse de la composition de l'endettement des entreprises avec la même méthodologie, autrement dit des déterminants de la part de l'endettement bancaire dans leur endettement total, permet de conforter la quasi-totalité des résultats précédents (équations 2 et 4).

Ainsi, les résultats de l'équation 2 confirment ceux de l'équation 1. La part de l'endettement bancaire dans l'endettement total diminue avec l'effort de R & D : les firmes fortement engagées dans une activité de R & D empruntent une proportion plus faible de leur dette totale aux banques. La profitabilité exerce également un impact négatif sur la part de l'endettement bancaire. Comme précédemment, l'indicateur de l'activité d'innovation demeure non significative, alors qu'elle exerce un effet négatif sur la part d'endettement bancaire dans les résultats de Aghion *et al.* (2004), et les deux autres indicatrices exercent un impact positif et significatif : les PME et les entreprises cotées s'endettent davantage auprès des banques.

Enfin, ces différents effets se révèlent robustes à l'introduction des variables explicatives additionnelles (équation 4). De plus, nos résultats confirment l'influence de deux de ces variables sur l'endettement bancaire : disposer de plus de garanties permet aux entreprises d'augmenter la part de la dette bancaire dans leur dette totale, de recevoir davantage de financements du groupe et de la réduire. En revanche, elle ne dépend pas de la capacité d'autofinancement, son impact n'étant pas significatif.

■ Conclusion

Les résultats mis en évidence confortent l'hypothèse d'une spécificité de la structure financière des entreprises innovantes à partir d'une technique d'estimation dynamique, le Système GMM, qui permet en particulier de corriger le biais de causalité inversée entre les dépenses de R & D et le taux d'endettement. Plus que le fait d'être une entreprise innovante, c'est l'effort de R & D engagé par les entreprises qui exerce une influence négative sur le recours à l'endettement bancaire. En effet, l'utilisation de la dette bancaire décroît avec l'effort de R & D dans toutes nos spécifications.

Par ailleurs, la profitabilité exerce également un impact négatif sur les ratios d'endettement bancaire, un résultat conforme à la *Pecking Order Theory* et à l'évidence empirique. En revanche, l'impact positif de l'indicateur PME renforce la pertinence de l'hypothèse d'une spécificité européenne : les PME s'endettent davantage auprès des banques. Les entreprises cotées se caractérisent aussi par un recours plus important à la dette bancaire qui va plutôt dans le sens de la théorie des coûts d'accès.

Enfin, la robustesse de ces différents effets est confortée par l'introduction de variables additionnelles susceptibles de capturer une partie des particularités des entreprises innovantes, dans la mesure où la persistance de ces effets, avec la même significativité, s'accompagne d'un impact significatif de la plupart de ces variables additionnelles. En particulier, le recours à la dette bancaire augmente avec les garanties des entreprises et leur capacité d'autofinancement, tandis qu'il diminue avec les financements apportés par leur groupe.

La persistance de l'effet négatif de l'effort de R & D sur les ratios d'endettement bancaire signifie que ces variables ne suffisent pas à expliquer les spécificités de la structure financière des entreprises innovantes. Le plus faible endettement bancaire de ces entreprises pourrait donc s'expliquer au moins en partie par les caractéristiques non observées de l'activité d'innovation, notamment l'existence d'un fort taux d'échec des projets innovants et d'asymétries d'information prononcées.

Bibliographie

Aghion P., Tirole J., « The Management of Innovation », *The Quarterly Journal of Economics*, 1994, 109(4), p. 1185-1209.

Aghion P., Bond S., Klemm A., Marinescu I., « Technology and Financial Structure : Are Innovative Firms Different ? », *Journal of the European Economic Association*, 2004, 2(2-3), p. 277-288.

Arellano M., *Panel Data Econometrics*, Oxford university press, 2003.

Arellano M., Bond S., « Some Tests of Specification for Panel Data : Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations », *Review of Economic Studies*, 1991, 58, p. 277-297.

Asquith P., Mullins D.W., « Equity Issues and Offering Dilution », *Journal of Financial Economics*, 1986, 15, p. 61-89.

Audretsch D. B., Lehmann E. E., « Financing High-tech Growth : The Role of Banks and Venture Capitalists », *Schmalenbach Business Review*, 2004, 56, p. 340-357.

Bah R., Dumontier P., « R & D Intensity and Corporate Financial Policy : Some International Evidence », *Journal of Business Finance and Accounting*, 2001, 28(5-6), p. 671-692.

Belin J., Caro J.-Y., Guille M., Lubochinsky C., « Innovation technologique et systèmes financiers », *Rapport Fondation Banque de France*, 2003.

Belin J., Guille M., « Le financement de l'innovation et de la R & D en France, un bilan statistique », *Revue d'Économie Financière*, 2004, (75), p. 313-342.

Berger A.N., Udell G.F. , « The Economics of Small Business Finance : The Roles of Private Equity and Debt Markets in the Financial Growth Cycle », *Journal of Banking and Finance*, 1998, 22, p. 613-673.

Bernanke B.S., Gertler M., « Agency Costs, Net Worth and Business Fluctuations », *American Economic Review*, 1989, 79, p.14-31.

Bernanke B., Gertler M., Gilchrist S., « The Financial Accelerator in a Quantitative Business Cycle Framework », *Handbook of Macroeconomics*, 1999.

Biais B., Hillion P., Malecot J.-F., « La structure financière des entreprises : une investigation empirique sur données françaises », *Économie et Prévision*, 1995, 120, p. 15-27.

Blundell R., Bond S., « Initial Conditions and Moments Restrictions in Dynamic Panel Data Models », *Journal of Econometrics*, 1998, 87(1), p. 115-143.

Diamond D.W., « Monitoring and Reputation : The Choice between Bank Loans and Directly Placed Debt », *Journal of Political Economy*, 1991, 99, p. 689-721.

Fama E., French K., « Testing Tradeoff and Pecking Order Predictions about Dividends and Debt », *Review of Financial Studies*, 2002, 15, p. 1-33.

Frank M., Goyal V.K., « Testing the Pecking Order Theory of Capital Structure », *Journal of Financial Economics*, 2003, 67, p. 217-248.

- Gaud P, Jani E., Hoesli M., Bender A., « The Capital Structure of Swiss Companies : An Empirical Analysis using Dynamic Panel Data », *European Financial Management*, 2005, 11(1), p. 51-69.
- Gertner R.H., Scharfstein D.S., Stein J.C., « Internal versus External Capital Markets », *The Quarterly Journal of Economics*, 1994, 109(4), p. 1211-1230.
- Gompers P, Lerner J., « The Venture Capital Revolution », *Journal of Economic Perspectives*, 2001, 15(2), p. 145-168.
- Guille M., « Savoir bancaire spécifique, marché du crédit et intermédiation financière », *Économie Appliquée*, 1994, 96(4), p. 49-77.
- Guiso L., « High-tech Firms and Credit Rationing », *Journal of Economic Behavior and Organization*, 1998, 35, p. 39-59.
- Jensen M.C., « Agency Costs of Free Cash Flow, Corporate Finance, and Takeovers », *American Economic Review*, 1986, 76, p. 323-329.
- Jensen M. C., Meckling W. H., « Theory of the Firm : Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure », *Journal of Financial Economics*, 1976, 3, p. 305-360.
- Hall B. H., « The Financing of Research and Development », *Oxford Review of Economic Policy*, 2002, 18(1), p. 35-51.
- Hovakimian A., Opler T., Titman S., « The Debt-equity Choice », *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 2001, 36, p. 1-24.
- Kim W.S., Sorensen E., « Evidence on the Impact of the Agency Cost of Debt on Corporate Debt Policy », *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 1986, 21, p. 131-143.
- Kiyotaki N., Moore J., « Credit Cycles », *Journal of Political Economy*, 1997, 105, p. 211-248.
- Kremp E., Sevestre P., « L'appartenance à un groupe facilite le financement des entreprises », *Économie et Statistique*, 2000, 336, p. 79-92.
- Kremp E., Rousseau S., « Un quart des entreprises innovent », *Pages du Sessi*, 2006, n°222.
- Kremp E., Stöss E., « L'endettement des entreprises industrielles françaises et allemandes : des évolutions distinctes malgré des déterminants proches », *Économie et Statistique*, 2001, 341-342, p.153-171.
- Leland H., Pyle D., « Informational Asymmetries, Financial Structure and Financial Intermediation », *Journal of Finance*, 1977, 32(2), p. 371-387.
- Mackie-Mason J.K., « Do Taxes Affect Corporate Financing Decisions ? », *Journal of Finance*, 1990, 45, p. 1471-1494.
- Masulis R., Korwar A., « Seasoned Equity Offerings : An Empirical Investigation », *Journal of Financial Economics*, 1986, 15(1-2), p. 91-118.
- Modigliani F., Miller M.H., « The Cost of Capital, Corporation Finance, and the Theory of Investment », *American Economic Review*, 1958, 48, p. 261-297.
- Myers S.C., « The Capital Structure Puzzle », *Journal of Finance*, 1984, 39(3), p. 575-592.
- Myers S.C., Majluf N.S., « Corporate Financing and Investment Decisions when Firms Have Information that Investors do not Have », *Journal of Financial Economics*, 1984, 13, p. 187-221.
- Nakamura L., « Commercial bank information : Implication for the structure of banking, in L. J. White et M. Klausner » (eds), *Structural Change in Banking*, Irwin, 1993.

- Ozkan A., « Determinants of Capital Structure and Adjustment to Long Run Target : Evidence from UK Company Panel Data », *Journal of Business Finance and Accounting*, 2001, 28, p. 175-199.
- Paulet E., « La structure financière des entreprises en Europe : une investigation empirique de la neutralité du bilan », *Économie et Prévision*, 2003, 157, p. 71-82.
- Petersen M., Rajan R., « The Benefits of Firm-Creditor Relationships : Evidence from Small Business Data », *Journal of Finance*, 1994, 49, p. 3-37.
- Planes B., Bardos M., Avouyi-dovi S., Sevestre P., « Financement des entreprises industrielles innovantes : contraintes financières et risque », *Bulletin de la Banque de France*, 2002, p. 104.
- Rajan R.G., « Insiders and Outsiders : The Choice between Informed and Arm's-Length Debt », *Journal of Finance*, 1992, 47(4), p. 1367-400.
- Rajan R.g., Zingales L., « What Do We Know about Capital Structure ? Some Evidence from International Data », *Journal of Finance*, 1995, 50(5), p. 1421-1460.
- Roodman D., « How to Do Xtabond2 : An Introduction to "Difference" and "System" GMM in Stata », *Center for Global Development*, WP. 103, Washington, 2006.
- Ross S., « The Determination of Financial Structure : The Incentive - Signalling Approach », *Bell Journal of Economics*, 1977, 8, p. 23-40.
- Savignac F., Sevestre P., « Bank Loans : Do Innovative Firms Suffer Specific Financial Constraints ? », document de travail, 2007.
- Titman S., Wessels R., « The Determinants of Capital Structure Choice » *Journal of Finance*, 1988, 43(1), p. 1-19.
- Windmeijer F., « A Finite Sample Correction for the Variance of Linear Efficient Two-step GMM Estimators », *Journal of Econometrics*, 2005, 126, p. 25-51.

Innovation et performance des exportateurs : une analyse empirique sur données d'entreprises françaises¹

Flora Bellone²

Sarah Guillou³

Résumé

Cet article analyse la relation entre innovation, performance et exportations à partir d'une large base de données d'entreprises qui combine les informations de l'enquête Innovation CIS4 avec celles de l'Enquête Annuelle d'Entreprise (EAE) sur l'industrie française. Nous montrons que l'hétérogénéité des entreprises en matière d'innovation est un facteur déterminant des primes à l'exportation, à savoir des avantages, en termes de productivité d'une part et de salaire d'autre part, des entreprises exportatrices sur leurs homologues non exportatrices. Dit autrement, les entreprises exportatrices françaises sont plus productives et offrent des salaires en moyenne plus élevés, en partie parce qu'elles innovent davantage. Nous montrons néanmoins qu'une fois tenu compte de ces écarts d'aptitude à innover, des primes résiduelles de l'ordre de 3 % pour la productivité et de 8 % pour le salaire moyen persistent à l'avantage des firmes exportatrices. Ce résultat suggère que d'autres facteurs, possiblement relatifs aux compétences managériales et entrepreneuriales propres aux entreprises exportatrices, fondent le lien entre performance et stratégie d'exportation.

¹ Les auteurs remercient chaleureusement Lionel Nesta pour sa collaboration précieuse.

² University of Nice-Sophia Antipolis et GREDEG, UMR n° 6227, 250 rue Albert Einstein, Valbonne - Sophia Antipolis, 06560 France. Contact de l'auteur : bellone@gredeg.cnrs.fr

³ OFCE, Centre de Recherche en Économie de Sciences-Po, Département de Recherche sur l'Innovation et la Concurrence, 250, rue Albert Einstein, Valbonne - Sophia Antipolis, 06560 France. Contact de l'auteur : guillou@ofce.science-po.fr

■ Introduction

Depuis une dizaine d'années, la littérature sur l'hétérogénéité des firmes et le commerce international met fortement l'accent sur l'association positive qui existe entre la productivité d'une entreprise et son degré d'implication sur les marchés internationaux. Cette relation positive a été documentée par une large littérature empirique initiée par les travaux de Bernard et Jensen (1995,1999) et Clerides, Lach et Tybout (1998), mettant en évidence l'existence de primes à l'exportation, c'est-à-dire d'avantages des entreprises exportatrices sur leurs homologues non exportatrices en termes de caractéristiques, dont la productivité et le niveau des salaires. Ces résultats ont trouvé un fondement théorique solide dans les récents modèles de commerce international avec les firmes hétérogènes (Bernard *et al.*, 2003, Melitz, 2003), dans lesquels, en présence de coûts spécifiques liés à l'exportation, seules les entreprises les plus productives trouvent rationnel d'étendre leurs activités à l'international. Les entreprises moins efficaces préfèrent se cantonner au marché domestique, tandis que les plus inefficaces sortent du marché.

L'observation selon laquelle certaines entreprises sont plus efficaces que d'autres au sein d'une même industrie soulève néanmoins la question de l'origine de ce différentiel de performance. Les modèles pionniers de Bernard *et al.* (2003) et de Melitz (2003) restent tous deux silencieux sur cette question, chacun supposant, par simplification, que les écarts de productivité entre les entreprises sont issus de chocs technologiques purement aléatoires. Les contributions théoriques plus récentes dans le champ, notamment celles de Costantini et Melitz (2008), pointent l'innovation comme le déterminant principal des écarts de productivité des entreprises, et donc de leurs décisions d'exporter. Ainsi, les entreprises les plus aptes à innover auraient de fait une plus forte productivité et donc une plus forte propension à exporter. Ces modèles fondent donc une relation entre l'habilité à innover et l'exportation transitant *via* le canal de la productivité.

L'importance du facteur technologique est néanmoins relativisée par d'autres contributions qui pointent d'abord les spécificités en termes de capital humain et d'habilité entrepreneuriale des entreprises exportatrices. Ainsi, Manasse et Turrini (2001) et Yeaple (2005) développent des modèles d'autosélection où ce sont respectivement l'hétérogénéité des aptitudes entrepreneuriales ou celle des travailleurs qui déterminent tout à la fois les choix technologiques et d'internationalisation des entreprises. Dans une autre veine théorique, plus évolutionniste, Acs *et al.* (2009), Acs et Audretsch (2008) parmi d'autres, pointent plus spécifiquement les compétences managériales propres à l'entreprise, incluant l'habilité entrepreneuriale du manager même de l'entreprise. Dans cette approche, de nouveau, l'aptitude entrepreneuriale est précisément différenciée de l'aptitude à innover. C'est elle qui garantit qu'à partir de l'innovation, les entreprises seront à même de concrétiser des gains de productivité et d'accroître leurs parts de marché, notamment à l'international.

Dans cet article nous nous proposons d'explorer empiriquement les liens qui existent entre l'aptitude à innover des entreprises, leur performance, et leur degré d'implication dans le commerce international. Nous cherchons à déterminer quelle part prennent les variables d'innovation dans les écarts observables de productivité et de salaire entre les entreprises exportatrices et leurs homologues non exportatrices. Selon la logique des modèles d'autosélection à la Melitz, si la technologie est le déterminant clé de la productivité des entreprises et donc de leurs salaires, la prise en compte des variables d'innovation devrait « capter » une large part des primes repérables en faveur des entreprises exportatrices. Afin de valider cette hypothèse théorique, notre stratégie consiste à estimer la sensibilité des primes à l'exportation à l'introduction de statistiques détaillées sur les activités d'innovation des entreprises opérant dans les secteurs manufacturiers français.

Nous travaillons à partir d'une base de données issue de l'appariement des données relatives à l'enquête annuelle d'entreprise (EAE) et à l'enquête communautaire sur l'innovation des entreprises (CIS4). À partir de cette base, nous commençons par comparer les distributions de productivité et de salaire de différents groupes d'entreprises différenciées en fonction de leurs stratégies exportatrices et/ou innovatrices, en suivant les méthodologies précédemment mises en œuvre par de Delgado *et al.* (2002) et Cassiman *et al.* (2010) sur données espagnoles. Nous poursuivons par l'estimation des primes à l'exportation en régressant la productivité d'une part et le salaire par employé d'autre part sur les variables d'exportation et d'innovation, afin d'évaluer dans quelle mesure les différences d'habilité à innover des entreprises contribuent à expliquer la surperformance des entreprises exportatrices.

■ Une brève revue de la littérature empirique

Les travaux empiriques documentant l'hétérogénéité des firmes en matière d'innovation et/ou d'exportation ont connu un essor sans précédent sur la période récente, sous l'impulsion théorique (i) des modèles de croissance endogène dans les années 1990 (voir Aghion, Howitt, 2009, pour une revue), (ii) des modèles de commerce international avec firmes et/ou travailleurs hétérogènes (Melitz, 2003, Bernard *et al.*, 2003, Yeaple, 2005), (iii) des modèles reliant l'origine de l'accroissement des inégalités à l'intensification de la concurrence internationale et à ses conséquences sur la nature du progrès technologique (voir la littérature initiée par Acemoglu, 1998).

Sur données françaises, des contributions marquantes dans le champ incluent Eaton Kortum et Kramarz (2008), qui proposent une anatomie complète du commerce international français à partir de données d'entreprises, Thoening et Verdier (2003) qui mettent en évidence un phénomène d'innovation défensive causé par l'intensification de la concurrence internationale, ou encore Lelarge et Nefussi (2008) qui confirment cet effet en montrant que la concurrence des pays du Sud a impacté positivement les dépenses de R & D des industries françaises, en particulier dans les entreprises les plus productives.

D'autres contributions mettent davantage l'accent sur les enjeux microéconomiques, notamment concernant l'imbrication des décisions d'innovation et d'exportation des entreprises. Dans cette veine, le point de départ demeure la mise en évidence des primes à l'exportation par le biais de comparaisons systématiques de performances d'entreprises exportatrices par rapport à celles de leurs homologues non exportatrices (pour une revue de cette littérature, voir Wagner, 2007, Girma *et al.* 2007, et pour l'estimation de ces primes dans le cas de la France, voir Bellone *et al.*, 2006).

Par homologues, cette littérature entend généralement les entreprises opérant sur un même territoire national et appartenant à un même secteur d'activité. Certains travaux proposent néanmoins de contraindre davantage les similarités entre les entreprises. Il en est ainsi des entreprises exportatrices qui partagent avec leurs homologues non exportatrices les mêmes caractéristiques, notamment en termes de taille, de structure de la propriété, de localisation géographique. En général, les primes à l'exportation restent significatives dans ces cadres contraints, ce qui conforte l'idée d'un lien spécifique entre exportations et productivité au niveau de la firme.

L'idée que ce lien spécifique recouperait pour l'essentiel des écarts d'habilité technologique entre les entreprises est au cœur de la littérature. Elle est présente dans des modèles initiaux de Bernard *et al.* (2003) et de Melitz (2003) qui fondent les différences de productivité entre les firmes sur de purs chocs technologiques. Elle est plus explicite encore dans des modèles plus récents, notamment celui de Melitz et Costantini (2008), qui modélisent, dans un cadre d'équilibre général dynamique, l'imbrication des décisions d'innovation et d'exportation d'entreprises faisant face à des coûts spécifiques d'entrée sur les marchés d'exportation.

Du côté empirique, l'ajout des questions d'innovation à la littérature sur les primes à l'exportation, à partir du milieu des années 2000, a d'abord eu pour objectif d'enrichir le débat portant sur la causalité du lien entre innovation, productivité et exportation des entreprises⁴. Dans ce débat, la question clé est celle de savoir si les primes à l'exportation s'expliquent exclusivement par des avantages de productivité *ex ante* (comme le prédisent les modèles d'autosélection) ou bien si elles sont également nourries par des gains de productivité *ex post* liés à des phénomènes d'apprentissage par l'exportation. Jusqu'à récemment, la littérature confortait les avantages *ex ante* sans trouver de support équivalent en faveur de l'hypothèse d'apprentissage par l'exportation. Dans ce débat, les variables d'innovation ont d'abord été mobilisées pour tenter d'améliorer la détection de ces effets d'apprentissage.

En particulier Aw *et al.* (2007) montrent, par le biais de modèles à forme réduite appliqués à des données taïwanaises, qu'au sein des entreprises qui exportent, seules celles qui investissent en R & D expérimentent des gains de productivité suite à leur entrée sur les marchés d'exportation. De manière similaire, Girma, Gorg et Hanley (2007) mettent en évidence des effets d'apprentissage (*via* un impact positif de l'exportation sur les dépenses de R & D) pour les entreprises irlandaises. Ils ne trouvent pas toutefois d'effet équivalent pour les entreprises britanniques et expliquent cette différence de résultats par le fait que les entreprises irlandaises et britanniques ont des destinations d'exportation sensiblement différentes. Tout récemment, Aw *et al.* (2010) estiment un modèle dynamique structurel de décisions d'entreprises impliquant à la fois les choix d'investissements en R & D et des décisions d'exportations. Leurs résultats ne confortent pas toutefois l'idée d'une interdépendance forte des types d'activités dans les décisions des entreprises.

Une des raisons possibles pour lesquelles les travaux sus-cités rencontrent des difficultés à établir un lien solide entre innovation, productivité et exportation au niveau microéconomique, pourrait provenir du fait que ces travaux mobilisent uniquement des données de R & D et non pas des mesures directes de l'activité d'innovation des entreprises. De ce point de vue, la disponibilité des enquêtes communautaires sur l'innovation (CIS), en Europe, ouvre une réelle voie d'exploration complémentaire.

De fait, les premières études menées à partir des enquêtes CIS semblent apporter des résultats plus favorables à l'hypothèse de liens entre les décisions d'innovation et d'exportation des entreprises. Leurs conclusions restent néanmoins partagées sur la nature précise de ces liens. D'un côté, Cassiman *et al.* (2010), travaillant sur données espagnoles, argumentent en faveur de l'idée selon laquelle l'innovation de produit est le déterminant essentiel à la fois de la productivité et de la décision d'exportation. À l'opposé, Damijan *et al.* (2010), répliquant la méthodologie de Aw *et al.* (2007) sur données slovènes, ne trouvent aucun support empirique aux mécanismes d'autosélection à l'exportation fondés sur des choix d'innovation différenciés. Ils confirment en revanche les effets d'apprentissage déjà mis en lumière dans les études utilisant les données de R & D. Finalement, Van Beveren et Vandenbussche (2009), s'intéressant au cas d'entreprises belges, montrent que c'est une combinaison d'innovation de produit et d'innovation de procédé, et non pas l'une ou l'autre activité isolément, qui impacte positivement la décision d'exporter des entreprises.

⁴ Des travaux d'origine plus ancienne, davantage orientés sur les sciences de gestion, proposent également d'analyser la relation entre les stratégies d'innovation et d'exportation de l'entreprise. Ces travaux n'intègrent pas toutefois de mesures explicites de la productivité des entreprises. Voir, en particulier, Hirsh et Bijaoui (1985), Wakelin (1998), Sterlachini (1999), Lefebvre et Lefebvre (2001), Basile (2001), Roper et Love (2002) et, plus récemment, Salomon et Shaver (2005), Lachenmaier et WöBmann (2006) et Harris et Li (2008). En particulier, Salomon et Shaver (2005), utilisant des données des brevets sur firmes espagnoles, montrent que le fait d'exporter se traduit par une augmentation de l'innovation *ex post*. Harris et Li (2008) mettent en évidence une causalité inverse. Utilisant des données de firmes britanniques, ils montrent que les dépenses de R & D augmentent les capacités de pénétration des marchés étrangers.

Dans cet article, nous contribuons à cette ligne de recherche en fournissant les premières estimations du lien entre aptitudes à innover et niveaux de performance relative (productivité totale des facteurs et salaire moyen) des entreprises exportatrices sur un panel d'entreprises françaises. Dans ce travail, nous n'adressons pas directement la question de la causalité entre les décisions d'innovation et d'exportation des entreprises. Nous abordons le problème sous un angle sensiblement différent de la littérature existante, en nous plaçant d'emblée dans le cadre des modèles d'autosélection qui prédisent une causalité allant de la productivité à l'exportation, en supposant qu'un avantage de productivité est nécessaire pour supporter le coût d'entrée sur les marchés d'exportation. L'avantage de salaire constitue le revers de l'avantage de productivité. Notre argument est le suivant : en supposant que la stratégie d'innovation révèle un effort d'accroissement de la productivité, la prise en compte du statut d'innovateur devrait « capter » une large part de l'avantage en productivité des entreprises exportatrices relativement à leurs homologues non exportatrices. En revanche et à l'opposé, si la surperformance n'est pas liée au statut d'innovateur, cela révélera l'existence d'une variable omise propre à expliquer la singularité des exportateurs en termes de performances.

Nous proposons donc de tester très simplement l'hypothèse selon laquelle les primes à l'exportation sont effectivement sensibles aux statistiques d'innovation sur un large échantillon d'entreprises manufacturières françaises. À cette fin, nous commençons par comparer les distributions de productivité d'ensemble d'entreprises regroupées en fonction de leur statut d'exportateur et/ou d'innovateur. À l'aide des tests non paramétriques de Kolmogorov-Smirnov (tests K-S par la suite), nous établissons la dominance stochastique des distributions de productivité de certains groupes de firmes vis-à-vis d'autres au regard des décisions d'exportation et d'innovation. Nous procédons ensuite à l'estimation de la prime à l'exportation en introduisant différents contrôles et en qualifiant les décisions d'exportation et d'innovation au regard de critères relatifs au marché le plus lointain servi et au type d'innovation entreprise. Autrement dit, nous nous attachons à mesurer les primes à l'exportation résiduelles, une fois tenu compte du comportement d'innovation des entreprises.

■ Innovateurs et exportateurs dans l'enquête CIS4

Les travaux et résultats présentés dans cette étude sont réalisés à partir de données d'entreprises qui résultent de l'appariement de deux bases issues de l'enquête Innovation CIS4 d'une part, et de l'Enquête Annuelle d'Entreprise (EAE) pour les entreprises de l'industrie manufacturière française d'autre part.

Présentation des données

L'Enquête Annuelle d'Entreprise (EAE), menée par le Ministère français de l'Industrie, offre des informations comptables et financières annuelles sur toutes les entreprises de plus de 20 employés appartenant à l'industrie manufacturière. L'unité enquêtée est l'entreprise et non l'établissement. Sur la période 1990-2005, nous disposons d'une base de données non cylindrée de 23 000 firmes environ qui représentent en moyenne chaque année 25 % du total des entreprises mais plus de 85 % de la valeur ajoutée totale de l'industrie manufacturière française. L'Enquête Innovation 2005 est, quant à elle, issue de la quatrième itération du Community Innovation Survey (CIS4) réalisée auprès des pays de l'Union européenne. Cette enquête offre des informations sur le comportement d'innovation de 20 000 entreprises françaises de plus de 10 employés sur la période 2002-2004.

À partir de la fusion de ces deux bases, nous obtenons une base de travail de 4 266 entreprises manufacturières actives en 2005 pour lesquelles nous avons à la fois des informations comptables et financières de 2005 à 1990 (au plus) et des informations sur leurs activités d'innovation

propres à la période 2002-2004. En comparaison de la base quasi exhaustive de l'EAE, cet échantillon issu du croisement avec la base de l'enquête CIS4 est biaisé en faveur des grandes firmes : la taille moyenne des firmes y est deux fois plus grande que celle de l'universalité des entreprises de l'EAE, et notamment dans notre échantillon environ 30 % des firmes ont plus de 250 employés contre 10 % dans la base de l'EAE. Dans la mesure où la propension à exporter est plus élevée pour les grandes firmes, nous avons également un biais en faveur des firmes exportatrices dans cet échantillon.

Définition des innovateurs et des exportateurs

Conformément à la définition des indicateurs des activités de R & D et d'innovation de l'OCDE (OCDE, 1995), une entreprise est dite innovante dans l'enquête CIS4, si elle déclare avoir, au cours de la période de référence 2002-2004, introduit un produit nouveau ou significativement amélioré (innovation de produit) ou un procédé de production nouveau ou significativement amélioré (innovation de procédé). Parmi les innovations de produit, les données de l'enquête autorisent également la distinction entre les innovations nouvelles seulement pour l'entreprise (innovations pour l'entreprise) et les innovations nouvelles pour le marché (innovations pour le marché). Cette distinction permet en particulier de séparer les innovations issues d'imitation des innovations radicalement neuves qui devraient entraîner la captation d'une nouvelle clientèle.

Enfin, reconnaissant qu'une des principales limites des informations issues des enquêtes CIS réside dans l'autodéclaration des entreprises et donc dans le caractère forcément subjectif du jugement du caractère « innovant » de leur activité, nous proposons de tester systématiquement la robustesse de nos résultats à une définition plus restrictive des innovateurs, consistant à ne retenir comme innovantes que les entreprises qui déposent effectivement des brevets. En ce qui concerne les variables d'exportation, nous considérons comme exportateurs les entreprises qui déclarent dans l'enquête EAE un montant non nul d'exportations en 2005. Les non-exportateurs sont les entreprises qui n'exportent pas en 2005. Nous caractérisons plus précisément les exportateurs en observant non seulement leur intensité d'exportation (définie par le pourcentage du chiffre d'affaires que l'entreprise a exporté au cours de l'année) mais également la destination la plus lointaine de leurs exportations (à l'intérieur de l'Europe ou à l'extérieur de l'Europe). Cette dernière caractéristique est obtenue au moyen des informations contenues dans l'enquête CIS4 sur la localisation du client le plus lointain. Cela nous permet ainsi de distinguer les exportateurs « intraEurope » des exportateurs « Global », selon que l'entreprise déclare que son client le plus lointain appartient à l'Union européenne ou au reste du monde⁵.

Statistiques descriptives

Nous commençons par présenter les caractéristiques différenciées de notre échantillon d'entreprises obtenues à partir du simple croisement de leur statut d'exportateur et de leur statut d'innovateur. Précisément, le tableau 1 reporte, pour quatre sous-échantillons d'entreprises, les valeurs moyennes des variables de performance suivantes : chiffre d'affaires, emploi, salaire par employé, intensité d'exportation et intensité de Recherche et Développement (R & D).

⁵ Il n'y a pas de parfait recouvrement entre le nombre d'entreprises qui déclarent un montant d'exportations non nul en 2005 dans l'enquête EAE et celles qui déclarent un client européen (non national) et/ou un client extra-européen dans l'enquête CIS4. En moyenne, 82 % des entreprises déclarent exporter en 2005 selon l'enquête EAE, tandis que seulement 74 % d'entreprises déclarent servir des clients hors de la frontière nationale (i.e. en Europe ou hors Europe) dans l'enquête CIS4. Ce non-recouvrement partiel peut s'expliquer par le décalage temporel mais également par le fait que certaines entreprises localisées dans des zones frontalières peuvent déclarer avoir un marché purement local dans CIS4 et pour autant être exportatrices au regard de l'information contenue dans l'EAE.

⁶ Cette hiérarchie des groupes d'entreprises est parfaitement respectée quand on calcule les moyennes pondérées qui permettent de rétablir la représentativité nationale de l'échantillon. Les chiffres sont disponibles sur demande.

TABLEAU 1
Statistiques descriptives sur les exportateurs, innovateurs et entreprises qui déposent des brevets

	Exporte		N'exporte pas		Total
	Innove	N'innove pas	Innove	N'innove pas	
Nombre d'entreprises	2 364	1 431	292	535	4 622
% de l'échantillon total	51	31	6	12	100
CAHT (moy.)*	146 787	30 485	21 806	12 260	87 312
Effectifs (moy.)	509	141	119	84	321
Salaire par employé (moy.)*	25	23	22	21	23,5
Intensité de R & D (moy.)	0,12	0	0,05	0	0,06
Intensité d'exportation (moy.)	0,33	0,21	0	0	0,23
	Brevet	Sans brevet	Brevet	Sans brevet	Total
Nombre d'entreprises	1 429	2 366	94	733	4 622
% de l'échantillon total	31	51	2	16	100
CAHT (moy.)*	215 797	34 764	31 459	16 600	87 312
Effectifs (moy.)	703	168	153	89	321
Salaire par employé (moy.)*	26	23	24	21	23,5
Intensité de R & D (moy.)	0,17	0,02	0,06	0,01	0,06
Intensité d'exportation (moy.)	0,37	0,24	0	0	0,23

* en milliers d'euros.

NB : Une entreprise est exportatrice au regard de ses exportations en 2005. Une entreprise innove ou dépose un brevet au regard de sa déclaration qui concerne la période 2002-2004.

Le tableau 1 fait état d'une hiérarchie claire entre les quatre catégories d'entreprises obtenues par le croisement du statut d'exportateur et du statut d'innovateur. Les entreprises exportatrices et innovantes présentent en moyenne les meilleures performances. Le deuxième groupe d'entreprises est constitué des entreprises exportatrices non innovantes, puis vient le groupe des entreprises innovantes et non exportatrices, enfin le groupe des entreprises non innovantes et non exportatrices qui présentent les plus faibles performances. Ce classement suggère que la stratégie d'exportation est le moteur premier de la performance, et ce quelle que soit la variable de performance retenue (chiffre d'affaires, effectifs ou salaire moyen). Mais, par ailleurs, il apparaît nettement que l'innovation et l'exportation sont des stratégies complémentaires qui, mises en œuvre conjointement, semblent se renforcer l'une l'autre. La *surperformance* des entreprises engagées dans l'exportation et l'innovation est très nette⁶. Par exemple, le fait d'innover et d'exporter est associé à une taille moyenne d'entreprise plus grande d'un facteur 6 par rapport aux entreprises qui ne sont engagées dans aucune de ces deux activités. En comparaison, le fait d'exporter seulement ou celui d'innover seulement sont chacun associés à un avantage de taille d'un peu moins du double par rapport aux entreprises non innovatrices et non exportatrices. Cette hiérarchie est également respectée lorsque l'on retient le brevet, plutôt que la simple autodéclaration des entreprises, comme critère identifiant le statut « innovant » de l'entreprise (*deuxième partie du tableau*).

Les deux types d'activités apparaissent nettement se compléter à l'observation des intensités de mise en œuvre. Ainsi, alors qu'au sein des entreprises exportatrices, ce sont les innovateurs qui présentent la plus forte intensité d'exportation (33 % contre 20 % pour les non-innovateurs),

⁶ Cette hiérarchie des groupes d'entreprises est parfaitement respectée quand on calcule les moyennes pondérées qui permettent de rétablir la représentativité nationale de l'échantillon. Les chiffres sont disponibles sur demande.

réciproquement, au sein des entreprises innovantes, ce sont les exportatrices qui présentent la plus forte intensité en R & D (12 % contre 5 % pour les non-exportatrices). Les statistiques descriptives issues d'un croisement plus fin entre les différents types d'innovation et les différents types d'exportateurs renforcent encore cette intuition (*tableau 2*) tout en la précisant.

TABLEAU 2
Stratégie d'exportation selon le type d'innovation

En %

	Exportateurs % de firmes	Intensité d'exportation*	Marché de destination le plus lointain			
			Local	National	Europe	Global
Toutes les entreprises	82	29	8	18	19	55
Non-innovateurs	73	21	15	27	21	36
Sans brevets	76	24	12	24	21	44
Innovateurs réalisant :	89	33	3	11	17	69
Innovations de procédé	88	33	4	12	18	67
Innovations prod/firme	92	32	3	11	20	66
Innovations prod/marché	94	36	1	8	13	78
Innovateurs avec brevets et :	94	37	1	7	14	77
Innovations de procédé	95	39	0,8	5	13	81
Innovations prod/firme	96	39	0,6	5	12	82
Innovations prod/marché	96	39	0,7	5	10	85

* Exportation sur CAHT (moyenne pour les exportateurs).

Nous différencions ici le type d'innovation entrepris et qualifions plus précisément le statut d'exportateur par l'intensité d'exportation et par la répartition géographique des clients de l'entreprise, notamment en différenciant les clients étrangers européens et extra-européens.

Il apparaît que le statut Innovateur est fortement associé au statut d'exportateur Global. La fréquence d'exportateurs Global qui est de 55 % pour l'ensemble des entreprises de l'échantillon s'élève à près de 70 % pour les Innovateurs et atteint 85 % pour les Innovateurs en produits nouveaux pour le marché. Inversement, la fréquence des exportateurs dont les clients les plus lointains sont en Europe (intraEurope) est de 19 % pour l'ensemble des entreprises et diminue à 17 % chez les innovateurs pour s'établir au plus bas à 10 % pour les grands Innovateurs en produits nouveaux pour le marché. Compte tenu des caractéristiques des flux d'échanges intraeuropéens qui sont constitués de produits différenciés échangés sur des marchés où domine une concurrence sur la qualité, nous aurions pu nous attendre à ce que la stratégie d'innovation soit également essentielle pour les exportateurs dont les clients sont uniquement européens. Il apparaît plutôt que la concurrence extra-européenne est telle qu'elle exige davantage en termes d'innovation. Ce constat conforte par ailleurs un résultat dominant de la littérature selon lequel l'exportation hors des frontières européennes sélectionne plus fortement les entreprises innovatrices dès lors que seules les plus productives sont capables de supporter les coûts d'entrée vers les marchés étrangers hors Europe.

■ La surperformance des entreprises innovantes et/ou exportatrices

Nous proposons dans cette section de comparer les distributions de productivité et de salaire moyen de différentes catégories d'entreprises différenciées au regard de leurs stratégies d'innovation et/ou d'exportation. Nous retenons donc deux mesures de la performance des entreprises : la productivité totale des facteurs et le salaire moyen. Dans les deux cas, la littérature

a bien montré l'avantage des exportateurs relativement aux non-exportateurs. La participation de l'innovation à la création, l'avantage en termes de salaires ou en termes de productivité relèvent d'une logique semblable : le statut d'innovateur devrait conférer un avantage de productivité en conséquence de l'innovation mais aussi de salaires en raison du travail qualifié qu'il suppose. En ce sens, la duplication de l'analyse sur la productivité et sur les salaires offre un test de robustesse. La duplication autorise par ailleurs de considérer plus précisément l'hypothèse de sélection des entreprises les plus productives par le marché des exportations en raison du coût d'entrée sur les marchés distants. En effet, en utilisant une variable indiquant la mesure de ces coûts (la distance aux clients), on pourra vérifier si le rôle de cette variable sur la productivité se distingue de son rôle sur une autre mesure de la performance, le salaire, dont, *a priori*, l'accroissement ne compense pas les coûts.

La mesure de la productivité et des niveaux de salaires

Nous optons pour une mesure non paramétrique de la productivité, *via* le calcul d'indices multilatéraux de PTF initialement introduits par Caves *et al.* (1982) et ultérieurement affinés par Good *et al.* (1997). Cette mesure est largement répandue dans la littérature sur l'hétérogénéité des firmes et la dynamique industrielle (voir en particulier les contributions de Baily, Campbell, Hulten, 1992 ; Aw, Chen, Roberts, 2000 ; Aw, Chung, Roberts, 2001 ; Delgado *et al.*, 2002, Bellone *et al.*, 2008). Par rapport aux approches paramétriques, notamment celle d'Olley et Pakes, ce type de mesure n'autorise pas d'estimations structurelles. En contrepartie, ces mesures indiciaires ont le mérite de ne pas être directement soumises aux problèmes d'endogénéité et de sélectivité propres aux approches paramétriques.

À partir des mesures individuelles de PTF relative, il est possible de comparer deux à deux toutes les entreprises appartenant à un même secteur d'activité. Nous pouvons ainsi mesurer les écarts de performance entre différentes catégories d'entreprises différenciées au regard de leurs stratégies d'innovation et/ou d'exportation.

La mesure du salaire moyen résulte de la masse salariale rapportée au nombre d'employés de chaque entreprise. Cette moyenne est ensuite déflatée par un indice des prix sectoriel publié par l'Insee.

Comparaisons des distributions cumulées de productivité et de salaire moyen

Les écarts de performances sont évalués à partir du test de dominance stochastique des distributions cumulées de productivité et de salaire des différents échantillons de firmes (*tableaux 3 et 4 ci-après*). Les tests de dominance stochastique à la Kolmogorov-Smirnov (K-S), dont la méthodologie est reportée dans l'annexe B, sont accompagnés de tests de différences de moyennes pour les différents groupes de firmes.

Dans les tableaux 3 et 4, la première colonne indique la population de référence à partir de laquelle deux échantillons d'entreprises ont été extraits. La deuxième colonne identifie les deux sous-échantillons en question (nommés groupe A et groupe B) dont les distributions sont comparées. La première partie du tableau compare les entreprises selon leur stratégie d'exportation (3 premières lignes de résultats) et la seconde partie compare les entreprises selon leur stratégie d'innovation.

Les tests de différences de moyennes comme les tests de dominance stochastique confirment que les exportateurs ont une performance supérieure en termes de productivité (*tableau 3*) et de salaire (*tableau 4*) relativement aux entreprises non exportatrices. Cette surperformance est donc significative et valable sur l'ensemble de la distribution de la productivité d'une part et des salaires d'autre part.

TABEAU 3
Comparaisons des distributions de productivité totale des facteurs 2005*
entre différents groupes d'entreprises

Groupe A	Groupe B	Nombre de firmes		Diff de moyenne (A-B)	Moyenne A < Moyenne B ^a		K-S test pour l'égalité des distributions ^b		K-S test pour la dominance stochastique de F(A) ^c	
		Groupe A	Groupe B		t-stat	P-value	D	P-value	D	P-value
Stratégies d'exportation										
Exportateurs	Non-exportateurs	3 795	827	0,077	8,96	0,000	0,151	0,000	-0,004	0,975
Europe	National	856	850	0,006	0,549	0,292	0,043	0,382	0,0418	0,226
Global	Europe	2 525	856	0,1	12,245	0,000	0,262	0,000	-0,0012	0,99
Stratégies d'innovation										
Innovateurs	Non-innovateurs	2 656	1 966	0,077	11,743	0,000	0,168	0,000	-0,0007	0,99
Inn avec brevets	Inn sans brevets	1 282	1 374	0,115	16,91	0,000	0,255	0,000	-0,0017	0,99
Inn Procédés	Non-innovateurs	2 107	1 966	0,053	8,009	0,000	0,154	0,000	-0,006	0,99
Inn Produit/entrep.	Non-innovateurs	587	1 966	0,069	6,824	0,000	0,149	0,000	-0,001	0,99
Inn Produit/marché	Non-innovateurs	1 433	1 966	0,106	13,67	0,000	0,248	0,000	-0,0018	0,99

Notes : Les deux premières colonnes du tableau identifient les deux sous-échantillons d'entreprises (respectivement le Groupe A et le Groupe B) qui sont comparés.

* Tous les résultats établis dans ce tableau sont robustes à un changement de l'année de référence pour l'estimation de la performance de l'entreprise (2004 au lieu de 2005).

^a: H_0 est l'hypothèse que la différence de moyennes est négative.

^b: H_0 est l'hypothèse que $\sup |F(z) - G(z)| = 0$, où F est la distribution du groupe A et G est la distribution du groupe B ; D est la différence la plus large en valeur absolue entre F et G.

^c: H_0 est l'hypothèse que $\sup\{F(z) - G(z)\} = 0$, D est la plus grande différence entre F et G.

Les exportateurs Global ont une productivité significativement plus élevée (10 % plus élevée en moyenne) que les exportateurs qui restent cantonnés au marché européen. En revanche, la productivité des exportateurs intraEurope ne se distingue pas significativement des non-exportateurs. Ce résultat confirme la suggestion issue de l'observation statistique selon laquelle seul le franchissement des frontières hors Europe entraîne un surcroît de productivité des entreprises. Il est notable que le groupe des exportateurs Global surpasse très nettement celui des entreprises non exportatrices ou celui des exportatrices intraEurope. Ce résultat peut s'interpréter de deux manières, selon que l'on privilégie l'idée d'une causalité allant de la productivité vers l'exportation ou, à l'inverse, celle d'une causalité allant de l'exportation vers la productivité. Dans le premier cas, les résultats seraient révélateurs de l'absence de mécanisme d'autosélection sur les marchés intraeuropéens. Ceci accrédirait l'idée selon laquelle le processus d'intégration européenne aurait conduit à la quasi-disparition des coûts d'entrée sur les marchés d'exportations intraeuropéens. Dans le second cas, ces mêmes résultats seraient révélateurs du fait que la concurrence intraeuropéenne n'est pas porteuse de gains d'efficacité, alors que celle à laquelle se confrontent les exportateurs français sur les marchés extra-européens, au premier rang desquels les États-Unis et le Japon, engendrerait des gains de productivité importants. Compte tenu du fait que la littérature sur le lien entre exportation et productivité trouve beaucoup de preuves en faveur du premier type de causalité et très peu en faveur du second (cf. Wagner, 2007), nous sommes poussés à conclure que l'absence d'avantage de productivité en faveur des exportateurs intraEurope est plutôt révélatrice du fort degré d'intégration des marchés européens.

Il est intéressant, ici, de comparer ce résultat à celui concernant les salaires moyens (tableau 4). Si on retrouve bien une différence significative en termes de performances de salaires entre les exportateurs Global et les exportateurs intraEurope à l'avantage des premiers, la différence reste significative également entre les exportateurs intraEurope et les non-exportateurs.

TABEAU 4

Comparaisons des distributions de salaire par employé en 2005* entre différents groupes d'entreprises

Groupe A	Groupe B	Nombre de firmes		Diff de moyenne (A-B)	Moyenne A < Moyenne B ^a		K-S test pour l'égalité des distributions ^b		K-S test pour la dominance stochastique de F(A) ^c	
		Groupe A	Groupe B		t-stat	P-value	D	P-value	D	P-value
Stratégies d'exportation										
Exportateurs	Non-exportateurs	3 795	827	0,012	10,85	0,000	0,202	0,000	-0,003	0,98
Europe	National	856	850	0,028	2,081	0,019	0,098	0,001	-0,0251	0,585
Global	Europe	2 525	856	0,136	12,27	0,000	0,2250	0,000	-0,0020	0,99
Stratégies d'innovation										
Innovateurs	Non-innovateurs	2 656	1 966	0,086	10,03	0,000	0,1471	0,000	-0,0031	0,97
Inn avec brevets	Inn sans brevets	1 282	1 374	0,133	11,94	0,000	0,2053	0,000	-0,0007	0,99
Inn Procédés	Non-innovateurs	2 107	1 966	0,074	8,211	0,000	0,1285	0,000	-0,0055	0,94
Inn Produit/entrep.	Non-innovateurs	587	1 966	0,077	5,656	0,000	0,1394	0,000	-0,0047	0,98
Inn Produit/marché	Non-innovateurs	1 433	1 966	0,119	11,83	0,000	0,2040	0,000	-0,0005	0,99

Notes : Les deux premières colonnes du tableau identifient les deux sous-échantillons d'entreprises (respectivement le Groupe A et le Groupe B) qui sont comparés.

* Tous les résultats établis dans ce tableau sont robustes à un changement de l'année de référence pour l'estimation de la performance de l'entreprise (2004 au lieu de 2005).

^a: H_0 est l'hypothèse que la différence de moyennes est négative.

^b: H_0 est l'hypothèse que $\sup |F(z) - G(z)| = 0$, où F est la distribution du groupe A et G est la distribution du groupe B ; D est la différence la plus large en valeur absolue entre F et G.

^c: H_0 est l'hypothèse que $\sup\{F(z) - G(z)\} = 0$, D est la plus grande différence entre F et G.

Concernant les stratégies d'innovation (*deuxième partie du tableau*), le choix d'innover induit, comme attendu, systématiquement une performance en termes de productivité et de salaire significativement supérieure relativement aux non-innovateurs. Il apparaît que les « types » d'innovation jouent également un rôle important pour discriminer la performance des entreprises, en particulier le dépôt de brevet. La surperformance est la plus importante quand la stratégie de l'entreprise est d'être innovante en produit nouveau pour le marché (productivité 10 % plus élevée, et salaire 12 % plus élevé).

Mais, bien plus que l'innovation, le dépôt de brevet est fortement associé à une surperformance, que ce soit en termes de salaire ou de productivité. Les innovateurs qui ont déposé un brevet ont en moyenne un avantage de productivité de 11,5 % et un avantage de salaire de 13 % relativement aux innovateurs qui ne déposent pas de brevets. Ces résultats captent évidemment la qualification du capital humain des entreprises qui déposent des brevets. Cette qualification entraîne une plus forte productivité et de plus forts salaires⁷.

■ L'innovation n'explique qu'en partie la surperformance des exportateurs

Dans cette section, nous proposons douze spécifications successives qui permettent d'introduire séquentiellement un ensemble des variables susceptibles d'être corrélées avec le niveau de productivité d'une part (*tableau 5*) et le niveau des salaires par tête d'autre part (*tableau 6*).

La spécification I estime la prime à l'exportation en termes de PTF (*tableau 5*) et de salaire (*tableau 6*) en contrôlant la taille de l'entreprise (mesurée en termes de travailleurs en équivalent temps plein). Les spécifications suivantes décomposent la stratégie d'exportation (le simple

⁷ Tous les résultats sont robustes à un changement de l'année de référence : 2004 au lieu de 2005.

statut d'exportateur, le type du marché de destination, européen ou Global, et l'intensité d'exportation) et permettent de vérifier l'altération des coefficients de la prime à l'exportation quand on introduit des statistiques d'innovation⁸. Les spécifications XI et XII se distinguent entre elles par la définition des variables d'innovation : le statut d'innovateur est contraint par l'activité de dépôt de brevets de l'entreprise dans la spécification XII, de telle sorte que les innovateurs y soient plus strictement définis.

Les résultats relatifs à la performance productive, mesurée par la PTF, sont présentés dans le tableau 5. Il apparaît tout d'abord que les entreprises exportatrices sont en moyenne 3,3 % plus productives que celles non exportatrices qui opèrent dans le même secteur d'activité et qui sont de même taille. Ce résultat est conforme à la littérature préexistante sur le lien entre productivité et exportation des firmes. Il montre que, pour une même taille d'entreprise, une hétérogénéité de performances persiste entre les entreprises, qui est significativement corrélée aux différences de stratégies d'exportation entre ces mêmes entreprises.

Nous confirmons également que la dimension de la stratégie d'exportation qui révèle le plus fort avantage de productivité est celle du marché de destination. En effet, être un exportateur Global conduit à 4 % de niveau de productivité en plus, alors que le statut d'exportateur se traduit par un avantage de 1,5 % et qu'une augmentation de 10 % de l'intensité d'exportation se traduit par un avantage de productivité de 0,26 %. La prise en compte de la distance du marché d'exportation fait disparaître la significativité du coefficient du statut d'exportateur. Autrement dit, la prime à l'exportation est essentiellement observée parmi les exportateurs qui exportent en dehors de l'Europe.

Nous montrons, ensuite, que l'introduction des statistiques d'innovation diminue toutes les dimensions de la prime à l'exportation mais ne les fait pas disparaître. Ainsi l'avantage de productivité associé au simple fait d'exporter qui était de 3,3 % baisse à 3 % quand on contrôle la stratégie d'innovation. Quand on considère les trois dimensions de l'exportation, la prime à l'exportation de l'exportateur Global qui était de 3,9 % (spécification VIII) diminue à 3,6 % quand on introduit la variable indicatrice de l'innovation. Il importe de remarquer que ces diminutions sont assez faibles.

Enfin, la différenciation des types d'innovation révèle l'importance de l'innovation de produit. L'innovation de procédé n'est pas associée à un avantage de productivité significatif. Néanmoins une définition plus stricte des innovateurs, i.e. celle qui contrôle l'existence de brevet, conduit à redonner de l'importance à l'innovation de procédé (le coefficient est positif et significatif dans la spécification XII).

Ce dernier résultat peut légitimement jeter un doute sur la fiabilité de la variable innovation de procédé dans l'enquête CIS4. Par nature, cette variable, basée sur l'autodéclaration des entreprises, est subjective, dès lors que la matérialisation de l'innovation de procédé n'est pas aussi claire que pour l'innovation de produit. Nos résultats tendent donc à montrer que la variable innovation de procédé renseignée dans l'enquête CIS4 n'est pas parfaitement adéquate pour capter les réelles innovations de procédés qui visent théoriquement à réduire les coûts de production et qui devraient donc avoir un impact plus fort en termes de productivité⁹.

⁸ Nous ne distinguons pas dans cette régression les innovateurs en produits nouveaux pour l'entreprise ou nouveaux pour le marché tels qu'ils ont été définis dans la description statistique, en raison du trop petit nombre d'entreprises y appartenant relativement à l'ensemble. Nous considérons donc essentiellement la distinction entre innovation de produit et innovation de procédé.

⁹ L'ensemble des régressions a été réalisé en retenant la productivité du travail comme variable dépendante, et cela ne modifie ni la significativité, ni la hiérarchie des résultats.

TABLEAU 5
Productivité totale des facteurs de la firme expliquée par le comportement d'exportation et d'innovation

	I	II	III	IV	V	VI
Exportateur	0,033*** [0,008]	0,030*** [0,008]	0,028*** [0,008]	0,022*** [0,008]	0,020** [0,008]	0,016* [0,008]
Exportateur Global						0,044*** [0,007]
Intensité d'exportation				0,051*** [0,012]	0,047*** [0,012]	
Innovation dum.		0,023*** [0,006]			0,021*** [0,006]	
Innov. Produit dum. ^a			0,028*** [0,007]			
Innov. Procédé dum.			0,004 [0,007]			
Groupe dum.						
Taille (Eff. Employé)	0,054*** [0,002]	0,051*** [0,003]	0,050*** [0,003]	0,051*** [0,003]	0,048*** [0,003]	0,049*** [0,003]
Observations	4 610	4 610	4 610	4 610	4 610	4 610
R ²	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,26

	VII	VIII	IX	X	XI	XII ^b
Exportateur	0,015* [0,008]	0,012 [0,009]	0,011 [0,009]	0,01 [0,009]	0,011 [0,009]	0,012 [0,009]
Exportateur Global	0,041*** [0,007]	0,039*** [0,007]	0,036*** [0,007]	0,035*** [0,007]	0,034*** [0,007]	0,033*** [0,007]
Intensité d'exportation		0,026** [0,013]	0,025* [0,013]	0,024* [0,013]	0,021 [0,013]	0,018 [0,013]
Innovation dum.	0,016** [0,006]		0,016** [0,006]			
Innov. Produit dum. ^a				0,020*** [0,007]	0,019*** [0,007]	0,020** [0,010]
Innov. Procédé dum.				0,002 [0,007]	0,002 [0,007]	0,028*** [0,011]
Groupe dum.					0,020*** [0,007]	0,020*** [0,007]
Taille (Eff. Employé)	0,047*** [0,003]	0,048*** [0,003]	0,046*** [0,003]	0,046*** [0,003]	0,043*** [0,003]	0,040*** [0,003]
Observations	4 610	4 610	4 610	4 610	4 610	4 610
R ²	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26

Erreurs standards entre crochets :

^a : La variable muette *Innovation de Produit* inclut à la fois les innovations de produits nouveaux pour l'entreprise et les innovations de produits nouveaux pour le marché.

^b : Les régressions I à XI incluent les variables d'innovation telles que définies dans l'enquête CIS4. La régression XII interagit chacune de ces variables avec l'indicatrice «Brevet».

* significatif au seuil de 10 % ; ** significatif au seuil de 5 % ; *** significatif au seuil de 1 %.

Ce constat de la faible corrélation entre la variable innovation de procédé, telle qu'elle est renseignée dans les enquêtes CIS, et les variables de productivité n'est pas propre à notre étude. Au sein de la littérature qui mobilise les enquêtes CIS en Europe, peu de travaux mettent en lumière un effet significatif de la seule variable « innovation de procédé » sur la productivité. Cette variable se révèle souvent source de gains de productivité uniquement lorsqu'elle agit en complémentarité avec d'autres variables d'innovation telles que l'innovation de produit, les dépenses de R & D, ou encore les variables de changement organisationnel (voir Mairesse et Mohnen, 2010, pour une revue de cette littérature).

Nous procédons à présent au même exercice, en se concentrant sur le niveau des salaires par tête dans l'entreprise qui remplace la PTF comme variable dépendante.

Les résultats du tableau 6 montrent que la prime à l'exportation en termes de salaire moyen est toujours significativement positive. Ce résultat résiste à l'introduction de statistiques sur l'innovation. L'avantage en termes de salaire moyen des entreprises exportatrices relativement aux entreprises non exportatrices est légèrement diminué par l'ajout des indicatrices d'innovation : il passe de 8,7 % à 7,9 %. Il apparaît aussi nettement que la surperformance des exportateurs est étalonnée par la qualité du statut d'exportateur lui-même. Ainsi, les contrôles de l'intensité d'exportation et de la destination des exportations affectent la prime à l'exportation dans une plus large mesure que ne le font les indicatrices d'innovation. Cependant le simple fait d'exporter reste toujours significatif pour expliquer la performance relative des exportateurs en termes de salaire, alors qu'il ne persiste pas à expliquer la performance relative en termes de PTF quand est précisé le degré d'implication sur les marchés étrangers des exportateurs. Ce résultat conforte l'idée que la distance aux clients est une contrainte de coût qui sélectionne les entreprises les plus productives. En revanche, le statut d'exportateur est en lui-même un élément qui sélectionne les entreprises aux plus hauts salaires quelle que soit la distance de leurs clients.

TABLEAU 6
Salaire réel par employé de la firme expliquée par le comportement d'exportation et d'innovation

	I	II	III	IV	V	VI
Exportateur	0,087*** [0,011]	0,082*** [0,011]	0,079*** [0,011]	0,045*** [0,011]	0,043*** [0,011]	0,047*** [0,011]
Exportateur Global						0,101*** [0,009]
Intensité d'exportation				0,185*** [0,017]	0,181*** [0,017]	
Innovation dum.		0,033*** [0,009]			0,024*** [0,009]	
Innov. Produit dum. ^a			0,053*** [0,010]			
Innov. Procédé dum.			-0,014 [0,009]			
Groupe dum.						
Taille (Eff. Employé)	0,042*** [0,003]	0,038*** [0,003]	0,037*** [0,004]	0,031*** [0,003]	0,029*** [0,004]	0,031*** [0,003]
Observations	4 610	4 610	4 610	4 610	4 610	4 610
R ²	0,17	0,17	0,18	0,19	0,2	0,19

TABLEAU 6 (SUITE)

	VII	VIII	IX	X	XI	XII ^b
Exportateur	0,046*** [0,011]	0,026** [0,012]	0,025** [0,012]	0,024** [0,012]	0,026** [0,011]	0,026** [0,011]
Exportateur Global	0,098*** [0,009]	0,076*** [0,009]	0,074*** [0,010]	0,071*** [0,010]	0,070*** [0,010]	0,066*** [0,009]
Intensité d'exportation		0,137*** [0,018]	0,136*** [0,018]	0,135*** [0,018]	0,129*** [0,018]	0,124*** [0,017]
Innovation dum.	0,016* [0,009]		0,013 [0,009]			
Innov. Produit dum. ^a				0,024*** [0,009]	0,029*** [0,010]	0,049*** [0,014]
Innov. Procédé dum.					-0,019** [0,009]	0,014 [0,014]
Groupe dum.					0,048*** [0,009]	0,047*** [0,009]
Taille (Eff. Employé)	0,030*** [0,004]	0,026*** [0,003]	0,025*** [0,004]	0,024*** [0,004]	0,018*** [0,004]	0,012*** [0,004]
Observations	4 610	4 610	4 610	4 610	4 610	4 610
R ²	0,19	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21

Erreurs standards entre crochets :

^a : La variable muette *Innovation de Produit* inclut à la fois les innovations de produits nouveaux pour l'entreprise et les innovations de produits nouveaux pour le marché.

^b : Les régressions I à XI incluent les variables d'innovation telles que définies dans l'enquête CIS4. La régression XII interagit chacune de ces variables avec l'indicatrice « Brevet ».

* significatif au seuil de 10 %.

** significatif au seuil de 5 %.

*** significatif au seuil de 1 %.

L'avantage relatif des innovateurs en termes de salaire par tête est, comme pour la PTF, significatif, mais les résultats se distinguent en deux points. Premièrement, quand l'indicatrice concernant la destination hors Europe est introduite (spécification VII), le statut d'innovateur perd de sa significativité, alors qu'il restait nettement significatif dans la régression sur la PTF. Deuxièmement, l'avantage relatif des innovateurs (spécification IX) n'apparaît plus quand on tient compte de l'intensité d'exportation, alors que cet avantage demeurerait dans le cas de la PTF. En revanche, l'avantage relatif des innovateurs en produit en termes de salaire est toujours significatif. Il n'apparaît pas d'avantages propres aux innovateurs en procédé. Au contraire même, cette qualité semble conférer un désavantage en termes de salaire réel, ceci explique la disparition de la significativité de l'innovation (qui inclut produit et procédé) quand l'intensité d'exportation est introduite. Cela révèle assez logiquement que les innovateurs en procédé font des gains de productivité qui ne se traduisent pas dans les salaires, voire même réduisent le salaire moyen suite à une réorganisation du travail. Seule l'innovation de produit est associée à l'avantage de salaire. Ce résultat est cohérent avec la présence de personnels dédiés à la recherche et au développement pour la réalisation d'innovation produit. Le contrôle par les brevets ne modifie pas les résultats : les innovateurs en procédé ne disposent pas d'un avantage relatif en termes de salaire.

Le résultat commun aux deux régressions précédentes réside dans le constat que le statut d'innovateur n'explique pas complètement la surperformance des exportateurs. L'avantage des

exportateurs en termes de productivité et de niveau de salaire moyen ne réside pas seulement dans le comportement d'innovation, tel que celui-ci peut être identifié grâce aux variables de l'enquête CIS4.

■ Conclusion

L'étude menée dans cet article a permis une exploration des liens entre innovation, performance et exportations des entreprises françaises, à partir du croisement entre les enquêtes EAE et CIS4. Notre résultat principal est que les variables d'innovation, bien que positivement liées à l'avantage en termes de productivité et de salaire moyen des entreprises exportatrices, ne sont pas à même d'expliquer à elles seules une large part de cet avantage. Le fait qu'une prime d'exportation résiduelle demeure, de l'ordre de 3 % pour la productivité et de 8 % pour le salaire moyen, laisse penser que des variables omises jouent également un rôle important dans la détermination de l'avantage de productivité des entreprises exportatrices. Nous en concluons qu'au-delà des écarts d'aptitude à innover entre entreprises, d'autres facteurs spécifiques, possiblement relatifs aux compétences managériales et entrepreneuriales, jouent un rôle important pour fonder le lien entre productivité et exportations des firmes.

Deux résultats additionnels ont émergé de la différenciation plus fine des exportateurs au regard de leurs exportations les plus lointaines et au regard du type d'innovation qu'ils entreprennent. Nous avons montré, tout d'abord, qu'une fois prise en compte la distance au marché d'exportation le plus lointain, seules les entreprises qui déclarent exporter hors Europe bénéficient d'un avantage de productivité par rapport aux entreprises non exportatrices. Ce résultat peut s'interpréter en faveur de l'hypothèse d'un fort degré d'intégration des marchés européens, dès lors que le coût d'entrée sur les marchés d'exportation (justifiant le surcroît de productivité) est *a priori* plus élevé sur les marchés d'exportation hors Europe. En ce qui concerne la différenciation entre innovation de produit et innovation de procédé, nous avons montré que chacune de ces dimensions était liée avec l'avantage de productivité des exportateurs Global. Néanmoins, alors que l'innovation de produit apparaît toujours significativement liée à la performance de l'entreprise en termes de salaire ou de productivité, l'innovation de procédé n'affecte significativement et positivement que la productivité relative des entreprises lorsqu'elle est associée à un dépôt de brevet.

Plusieurs explications ont été avancées pour expliquer la faible corrélation entre cette variable, seule, et la productivité des entreprises. Elles militent toutes en faveur d'approfondissements de l'analyse visant à envisager le rôle de l'innovation de procédé pour la performance d'entreprise non pas seule mais associée à d'autres variables d'innovations (brevets / innovation de produit) ou à des investissements spécifiques en inputs de meilleure qualité et/ou en changements organisationnels. Une contribution notable dans cette voie est celle de Polder *et al.* (2010) qui étudie la complémentarité des innovations de procédé, de produit et des changements organisationnels comme moteurs de la productivité des entreprises. Il serait intéressant d'étendre ce travail aux implications en termes de performance à l'exportation.

D'une manière plus générale, nos résultats invitent à creuser davantage l'hypothèse d'une complémentarité entre les activités d'innovation des entreprises, leurs choix d'inputs et leurs compétences managériales, dans la lignée des travaux théoriques qui mettent la double hétérogénéité, des technologies et des inputs, plutôt que le seul facteur technologique, au cœur des mécanismes d'autosélection et/ou d'apprentissage par l'exportation. De ce point de vue, les résultats empiriques obtenus récemment par Verhoogen (2008), Kluger et Verhoogen (2009) et Bustos (2010) ouvrent des voies intéressantes de recherche.

Bibliographie

Acemoglu D., « Why Do New Technologies Complement Skills ? Directed Technical Change And Wage Inequality », *The Quarterly Journal of Economics*, MIT Press, 1998, vol. 113(4), p. 1055-1089.

Acs Z., Audretsch D., Strom R., « Entrepreneurship, Growth, and Public Policy », *Cambridge Books*, Cambridge University Press, 2009, number 9780521894920.

Acs Z., Audretsch D., « Small Firms and Entrepreneurship », *Cambridge Books*, Cambridge University Press, 2008, number 9780521062046.

Aghion P., Howitt P., *The Economics of Growth*, MIT Press, 2009.

Aw B. Y., Chen X., Roberts M. J., « Firm-Level Evidence on Productivity Differentials and Turnover in Taiwanese Manufacturing », *Journal of Development Economics*, 2000, 66, p. 51-86.

Aw B. Y., Chung S., Roberts M. J., « Productivity and Turnover in the Export Market : Micro-level Evidence from the Republic of Korea and Taiwan (China) », *World Bank Economic Review*, 2001, 14(1) p. 65-90.

Aw B.Y., Roberts M., Winston T., « The complementary Role of Exports and R & D Investments as Sources of Productivity Growth », *The World Economy*, 2007, 30(1) p. 83-104.

Aw B.Y., Roberts M., Xu, D., « R & D Investments, Exporting and Productivity Evolution », *American Economic Review*, Forthcoming, 2010.

Baily N., Campbell D., Hulten C., « Productivity Dynamics in Manufacturing Plants », *Brookings Papers on Economic Activity*, Microeconomics, 1992, p.187-249.

Basile R., « Export Behavior of Italian Manufacturing firms over the nineties : the role of innovation », *Research Policy*, 2001, p.1185-1201.

Bellone F., Musso P., Nesta L., Quere M., « Caractéristiques et performances des firmes exportatrices françaises ? », *Revue de l'OFCE*, Juillet 2006, n°98, p.183-212.

Bellone F., Musso P., Nesta L., Quere M., « Market selection along the firm-life cycle », *Industrial and Corporate Change*, Juillet 2008, vol. 17, n°4, 753-777.

Bernard A. B., Eaton J., Jensen J. B., Kortum S., « Plants and Productivity in International Trade », *American Economic Review*, 2003, 93(4) p. 1268-90.

Bernard A. B., Jensen J. B., « Exporters, Jobs, and Wages in U.S. Manufacturing : 1976-1987 », *Brookings Papers on Economic Activity*, 1995, p. 67-112.

Bernard A. B., Jensen J. B., « Exceptional Exporter Performance : Cause, Effect, or Both ? », *Journal of International Economics*, 1999, 47(1), p. 1-25.

Bustos P., « Trade liberalization, Exports and Technology Upgrading : Evidence on the impact of Mercosur on Argentinean Firms », *American Economic Review* (forthcoming), 2010.

Cassiman B., Golovko E., Martínez-Ros E., «Innovation, exports and productivity », *International Journal of Industrial Organization*, Elsevier, Juillet 2010, vol. 28(4), p. 372-376.

- Caves D. W., Christensen L. R., Diewert W. E., « Multilateral Comparisons of Output, Input, and Productivity Using Superlative Index Numbers », *Economic Journal*, 1982, 92(365) p. 73-86.
- Clerides S., Lach S. Tybout J., « Is Learning By Exporting Important ? Micro-Dynamic Evidence From Colombia, Mexico, And Morocco », *The Quarterly Journal of Economics*, MIT Press, 1998, vol. 113(3), p. 903-947.
- Costantini, Melitz M., « The dynamics of firm-level adjustments to trade liberalization », in Helpman E., Marin D., Verdier T., *The Organization of Firms in a Global Economy*, Harvard University Press, 2008.
- Damijan J., Kostevc C., Polanec S., «From Innovation to Exporting or Vice Versa ? », *The World Economy*, Blackwell Publishing, 2010, vol. 33(3), p. 374-398, 03.
- Delgado M. A., Farinas J. C., Ruano S., « Firm Productivity and Export Markets : A Non-parametric Approach », *Journal of International Economics*, 2002, 57(2), p. 397-422.
- Eaton J., Kortum S., Kramarz F., « An Anatomy of International Trade : Evidence from French Firms », Document de travail du Crest, 2008, p. 29.
- Girma S. H., Gorg, Hanley A., « R & D and Exporting : a comparison of British and Irish firms », *Review of World Economics*, 2008.
- Good D. H., Nadiri M. I., Sickles R., « Handbook of Applied Econometrics : Micro-econometrics », Blackwell, Oxford, 1997.
- Hall R., « The relation between price and marginal cost in U.S. Industry », *Journal of Political Economy*, 1988, vol. 96, No.5.
- Harris R., Li Q.C. « Exporting, R & D, and absorptive Capacity in UK establishments », *Oxford Economic Papers*, 2008, p. 1-30.
- Hirsh S., Bijaoui I., « R & D spending intensity and export performance : a micro view », *Weltwirtschaftliches Archiv*, 1985, 121, p. 138-251.
- ISGEP, « Understanding Cross-Country Differences in Exporter Premia : Comparable evidence for 14 countries », *Review of World Economics*, 2008, 144(4), p. 596-635.
- Kugler M., Verhoogen E., « The Quality-Complementarity Hypothesis : Theory and Evidence from Colombia », *IZA Working Paper*, Janvier 2009, DP No. 3932.
- Lachenmaier S., Wossman L., « Does Innovation cause Exports ? Evidence from exogenous innovation impulses and obstacles using German micro data », *Oxford Economic Papers*, 2006, 58, p. 317-350.
- Lefebvre E., Lefebvre L.A., « Innovative Capabilities as Determinants of export performance and Behaviors : A longitudinal Study of SME's », in Kleinknecht A., Mohnen P. eds *Innovation and Firm performance : Econometric Exploration of Survey Data*, Palgrave MacMillan Press, London, 2001.
- Lelarge C., Nefussi B., « The Dynamics of Firms' Product Portfolios in Response to Low-Cost Country Competition : an Empirical Assessment », Document de Travail du Crest, 2008, n° 2008-27.
- Mairesse J., Monhen P., «Using Innovations Surveys for Econometric Analysis,» *NBER Working Papers* 15857, National Bureau of Economic Research, Inc., 2010.
- Manasse P., Turrini A., « Trade, wages, and 'superstars' », *Journal of International Economics*, 2001, 54, p. 97-117.

Melitz M. J., « The Impact of Trade on Intra-industry Reallocations and Aggregate Industry Productivity », *Econometrica*, 2003, 71(6) p. 1695-1725.

OECD, Oslo Manual, <http://www.oecd.org/dataoecd/35/61/2367580.pdf>

Roper S., Love J., « Innovation and export Performance : evidence from the UK and German Manufacturing plants », *Research Policy*, 2002, 31, p. 1087-1102.

Salomon R., Shaver J. « Learning by Exporting : new insights from examining firm innovation », *Journal of economics and Management Strategy*, 2005, v14, p. 431-460.

Starlachcini A., « Do innovative activities matter to small firms in non-R & D intensive industries ? an application to export performance », *Research Policy*, 1999, 28, p. 819-832.

Thoenig M., Verdier T., « Innovation défensive et concurrence internationale », *Économie et Statistique*, 2003, no 363-364-365, p. 19-32.

Van Beveren H., Vandenbussche H., «Product and Process Innovation and the Decision to Export : Firm-level Evidence for Belgium », *LICOS Discussion Papers 24709*, LICOS - Centre for Institutions and Economic Performance, K.U. Leuven, 2009.

Verhoogen E., « Trade, Quality Upgrading and Wage Inequality in the Mexican Manufacturing Sector », *The Quarterly Journal of Economics*, MIT Press, 2008, vol. 123(2), p. 489-530.

Wagner J., « Exports and Productivity : A Survey of the Evidence from Firm-level Data », *The World Economy*, 2007, 30(1) p. 60-82.

Wakelin K., « Innovation and Export behavior at the firm level », *Research Policy*, 1998, 26, p. 829-841.

Yeaple S., « A Simple Model of Firm Heterogeneity, International Trade and Wage », *Journal of International Economics*, 2005, 65, p. 1-20.

■ Mesure de la productivité totale des facteurs

La méthodologie retenue pour la construction des indices de productivité consiste à définir le logarithme de la PTF relative de la firme i à l'instant t comme étant égal à :

$$\ln TFP_{it} = \ln Y_{it} - \overline{\ln Y}_t + \sum_{\tau=2}^t \left(\overline{\ln Y}_\tau - \overline{\ln Y}_{\tau-1} \right) - \left[\begin{aligned} & \sum_{n=1}^N \frac{1}{2} (S_{nit} + \overline{S}_{nt}) (\ln X_{nit} - \overline{\ln X}_{nt}) \\ & + \sum_{\tau=2}^t \sum_{n=1}^N \frac{1}{2} (\overline{S}_{n\tau} + \overline{S}_{n\tau-1}) (\overline{\ln X}_{n\tau} - \overline{\ln X}_{n\tau-1}) \end{aligned} \right] \quad (1)$$

où Y représente l'output réel produit par l'entreprise à partir d'un ensemble de N inputs. Nous retenons ici, comme inputs, le stock réel de capital physique (K), la quantité de travail (L) et les volumes de consommations intermédiaires (M). La variable S mesure la part dans le coût total du coût de l'input X . Les indices t et n indiquent respectivement le temps et les inputs. Les variables surmontées d'une barre indiquent les moyennes d'échantillon pour les entreprises appartenant au même secteur (défini au niveau NAF36) que l'entreprise i ¹⁰.

Les variables d'inputs et d'outputs utilisées pour le calcul de la PTF sont définies au niveau de l'entreprise, tandis que les indices de prix, le nombre d'heures travaillées et les taux de dépréciation sont disponibles au niveau de l'industrie (NAF 36). Ainsi l'output réel (Y), calculé à partir du produit brut de la firme, est déflaté par un indice des prix sectoriel publié par l'Insee. L'input travail (L) est obtenu en multipliant le nombre de travailleurs effectifs (i.e. le nombre d'employés plus le nombre de travailleurs d'autres entreprises mobilisés moins le nombre d'employés qui travaillent pour une autre firme) par le nombre moyen d'heures de travail au niveau sectoriel. Le stock de capital (K) est obtenu pour chaque firme à partir de l'investissement et de la valeur comptable des actifs tangibles suivant la méthode traditionnelle de l'inventaire permanent. Enfin, les consommations intermédiaires (M) correspondent aux achats de matériels et de marchandises, aux frais de transport et de voyages et à diverses dépenses. Elles sont déflatées également en utilisant les séries de l'Insee d'indices des prix des consommations intermédiaires au niveau sectoriel.

La part du travail dans le coût total (S_L) est calculée à partir de la variable « compensations salariales » disponible dans l'enquête EAE. Cette valeur, qui inclut les salaires et les charges afférentes, est utilisée pour approcher la variable théorique $w_t L_t$. Pour estimer la part des

¹⁰ La firme de référence est ainsi une firme hypothétique, dont la production et les inputs sont des moyennes géométriques des productions et des inputs de l'ensemble des firmes opérant dans le même secteur, et dont les contributions relatives de chaque input aux coûts sont les moyennes arithmétiques des contributions relatives de chaque input aux coûts de l'ensemble des firmes opérant dans le même secteur.

coûts liés aux consommations intermédiaires, nous utilisons le montant des consommations intermédiaires disponible dans l'enquête EAE, ainsi que l'indice des prix de la consommation intermédiaire rendue disponible par l'Insee au niveau NAF36. Enfin, pour calculer la part du coût du capital, nous procédons à l'estimation délicate du coût d'usage du capital, également au niveau NAF36. Nous calculons ce coût d'usage en suivant la méthodologie de Hall (1988), ce qui nous conduit à appliquer la formule suivante :

$$c_{It} = (r_t + \delta_{It} - \pi_t^e) \left(\frac{1 - \tau_t Z_I}{1 - \tau_t} \right) p_{IKt}$$

où c est le coût d'usage du capital, r le taux d'intérêt nominal, τ_t est le taux d'impôt sur les sociétés à la période t , et Z_I est la valeur présente des annuités de dépréciation fiscale d'une unité nominale d'investissement dans l'industrie I . Des formules complexes de dépréciation peuvent être employées en matière fiscale en France. Pour simplifier, nous avons recours à la formule suivante :

$$Z_I = \sum_{t=1}^n \frac{(1 - \bar{\delta}_I)^{t-1} \delta_t}{(1 + \bar{r})^{t-1}}$$

où $\bar{\delta}_I$ est la moyenne des taux de dépréciation industriels sur la période 1984-2005 et \bar{r} est la moyenne des taux nominaux d'intérêt sur la période 1990-2005.

Annexe B

■ La méthode de comparaison des distributions de PTF

En suivant Delgado *et al.* (2002) et Cassiman *et al.* (2010), nous procédons aux tests non paramétriques de dominance stochastique en utilisant les tests de Kolmogorov-Smirnov (tests K-S) dont la méthodologie est rappelée ci-après.

Considérons deux distributions de probabilité, f et g , caractérisées par leur distribution cumulative F et G ; on dira que la distribution f domine stochastiquement au premier ordre la distribution g si, pour tout z appartenant aux deux ensembles de définition des distributions, $F(z) - G(z) \leq 0$ avec une inégalité stricte pour quelques z .

Soit Z_1, \dots, Z_n un échantillon aléatoire de taille n qui correspond à un groupe de firmes issu d'une distribution F , et soit Z_{n+1}, \dots, Z_{n+m} , un échantillon aléatoire de taille m , indépendant du premier échantillon et issu d'une distribution G ; où Z_i représente le niveau de productivité de la firme i . La procédure de test est alors la suivante :

- (i) Test bilatéral : $H_0 : F(z) - G(z) = 0$ quel que soit z vs. $H_A : F(z) - G(z) \neq 0$ pour au moins un z .
- (ii) Test unilatéral : $H_0 : F(z) - G(z) \leq 0$ quel que soit z vs. $H_A : F(z) - G(z) > 0$ pour au moins un z .

Le test bilatéral teste l'égalité des distributions. Le test unilatéral teste la dominance stochastique de F sur G , autrement dit si F est à droite de G . Supposons ainsi que F et G représentent les distributions de productivité des exportateurs et des non-exportateurs. Le rejet de H_0 dans le test bilatéral indiquera que les distributions ne sont pas identiques. Le non-rejet de H_0 dans le test unilatéral signifiera que F domine G et donc que la distribution de productivité des exportateurs domine stochastiquement la distribution de productivité des non-exportateurs.

Les statistiques de Kolmogorov-Smirnov utilisées pour ces tests bilatéral et unilatéral sont :

$$\delta_N = \sqrt{\frac{n \cdot m}{N}} \max_{1 \leq i \leq N} |T_N(Z_i)| \quad \text{et} \quad \eta_N = \sqrt{\frac{n \cdot m}{N}} \max_{1 \leq i \leq N} \{T_N(Z_i)\}$$

respectivement où :

$$T_N(Z_i) = F_N(Z_i) - G_N(Z_i) \quad \text{et} \quad N = n + m$$

F_n et G_m représentent les distributions empiriques de F et de G respectivement.

Les résultats des tests KS sont reportés dans les tableaux 3 et 4 au côté de tests de différence de moyenne.

Innovation, productivité et exportation : une comparaison entre pays européens et latino-américains

Julio Raffo¹⁻²
Stéphane Lhuillery²
Fernando Freitas³
Luis Miotti¹
João Alberto De Negri³

Résumé

Cet article compare le rôle de l'innovation et la performance économique en France, Espagne, Suisse, Argentine, Brésil et Mexique, en utilisant des données individuelles d'entreprise. Nous utilisons un modèle structurel reliant intensité de R & D, innovation, productivité et exportations. Les résultats soulignent des différences entre les zones, mais également la présence d'hétérogénéité au sein de ces régions. Si les entreprises ont, dans les différents pays considérés, recours à des activités innovantes afin d'améliorer leurs performances, les interactions de ces firmes avec leur système national d'innovation semblent plus faibles dans les pays en développement. Les multinationales, notamment étrangères, ont un effet variable sur la R & D et l'innovation, mais offrent une meilleure productivité dans tous les pays.

JEL Classification : O3, O12

¹ Université de Paris Nord/CEPN (julio.raffo@epfl.ch)

² École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)/CEMI

³ Instituto de Pesquisa Economica Aplicada (IPEA)

■ Introduction

La croissance des pays de l'OCDE repose principalement sur l'innovation technologique. De nombreux travaux empiriques montrent les liens positifs entre la R & D et l'innovation et entre l'innovation et la productivité des entreprises des pays développés (voir Mohnen *et al.*, 2006, Mairesse et Mohnen, 2002). Parallèlement, un diagnostic est souvent fait selon lequel ces pays développés sont rattrapés par des pays moins avancés qui ne basent plus leur croissance sur des coûts faibles ou sur l'imitation mais qui arrivent à fonder celle-ci sur la production de connaissances nouvelles. Il existe cependant peu de preuves montrant que ces pays en développement sont maintenant en mesure de transformer des investissements privés de R & D en innovation (à la suite de Mohnen *et al.*, 2006, on parlera alors d'innovativité) et l'innovation réalisée en performance économique, que ce soit en termes de productivité ou d'exportations. C'est le cas en particulier pour les pays d'Amérique latine ainsi que pour les nouveaux États membres de l'Union européenne de l'Europe centrale et orientale qui appartiennent aux pays à revenus moyens-hauts, où une main-d'œuvre hautement qualifiée est souvent disponible (UNESCO, 2006) et sont des cibles pour les investissements directs étrangers (CNUCED, 2005).

Le présent papier compare les liens entre innovativité et productivité dans les pays européens et latino-américains. Suivant le modèle présenté dans un papier fondateur par Crépon *et al.*, 1998, (ci-après CDM), nous mettons en œuvre un modèle structurel où la R & D, l'innovation, la productivité et les exportations sont estimées de manière séquentielle. Dans ce cadre, les *inputs* de connaissance généralement considérés sont l'engagement dans des activités de R & D et l'intensité des dépenses en R & D. Ceux-ci sont censés générer une production de connaissances de différentes formes (brevets, innovation de produit, innovation de procédé, etc.). Finalement, cette création de connaissances (ou plutôt de technologies) est supposée avoir un impact direct sur la performance économique, en général exprimée par la productivité du travail ou le taux d'exportation.

L'enchaînement causal entre ces principales composantes du modèle est perturbé par différentes forces qui agissent simultanément. Une première dimension est d'ordre structurel : il existe d'importantes différences entre et à l'intérieur des pays développés et des pays en développement, comme ces spécialisations industrielles, la taille des entreprises, ces ressources humaines ou naturelles. Elle se superpose dans une certaine mesure avec des différences institutionnelles qui soutiennent des opportunités d'innovation et leurs réalisations (la régulation des marchés, l'importance des marchés financiers, des organismes de recherche publics, ou les droits de propriété intellectuelle). Une troisième entrave à l'innovation et à son succès est l'incertitude politique ou de crise financière. Les données dont nous disposons ne nous permettent pas de contrôler tous les aspects cités. Il est néanmoins intéressant de savoir si les pays du Sud sont similaires les uns et les autres comme certains pays de l'UE le sont (Voir Mohnen *et al.*, 2006) et de mettre en évidence les similitudes et disparités entre pays développés et pays en développement.

Cet article fait une comparaison internationale en utilisant des microdonnées au niveau des firmes de pays européennes et latino-américains. En se basant dans les propositions du Manuel d'Oslo (OECD, 1997) et le manuel de Bogotá (RICYT, 2001), les enquêtes utilisées fournissent des indicateurs d'*input* de l'innovation et ses résultats ainsi que des informations générales sur les entreprises. Notre article rassemble des données sur six pays : les microdonnées au niveau de l'entreprise sont disponibles en Europe pour deux pays (France et Suisse) et en Amérique latine pour trois pays (Argentine, Brésil et Mexique). En outre, les microdonnées agrégées de CIS4 sont disponibles pour l'Espagne⁴.

⁴ Les données CIS3 espagnoles sont disponibles mais sans le nombre d'employés. Il est dès lors impossible d'utiliser les données microagrégées pour estimer un modèle CDM complet.

Nous proposons d'harmoniser les méthodes entre les pays. Au-delà des différences dans les questionnaires et les données disponibles, on devrait en effet obtenir plus de précisions en réduisant l'hétérogénéité due aux différences de modélisation. Cet article introduit également de manière originale une distinction entre les entreprises indépendantes et les entreprises appartenant à des groupes nationaux ou étrangers. Une contribution supplémentaire est l'ajout au sein du modèle CDM d'une quatrième étape portant sur les exportations. Les deux derniers aspects sont d'une importance cruciale pour les opportunités potentielles en termes de technologie et marché pour les pays en développement.

L'article est organisé comme suit. La littérature est analysée en focalisant cette revue sur l'étude des résultats portant sur les déterminants de l'innovativité, la productivité et les exportations. Ensuite sont présentées les données et les définitions des variables, ainsi que les différents aspects du modèle empirique retenu. Puis, des statistiques descriptives sur les performances des pays d'Amérique latine et des pays européens viennent étayer la comparaison entre les six économies. Enfin, les résultats économétriques du modèle sont présentés et interprétés.

■ Revue de littérature

L'expérience des pays développés

De nombreux travaux économétriques sont disponibles montrant les liens positifs entre la R & D ou l'innovation et la productivité (voir Mohnen *et al.* (2006) ou Mairesse et Mohnen (2002) pour des revues sur les recherches faites sur les pays développés engagés dans des enquêtes innovation). En suivant la structure du CDM, ces articles empiriques proposent un cadre intégré où les activités de R & D, l'innovation et la productivité sont estimées de manière séquentielle.

Fondamentalement, les travaux basés sur les modèles CDM se sont concentrés sur les liens linéaires entre trois étapes : les *inputs* à la connaissance, la production des connaissances et la performance économique. Les *inputs* à la connaissance généralement considérés sont ici la décision de s'engager dans des activités de recherche et l'intensité des investissements de R & D. Ceux-ci sont censés fournir une production de connaissances mesurée par plusieurs types d'innovation (invention brevetée, innovation de produit, innovation de procédé, etc.). Ensuite, la connaissance technologique est supposée avoir un impact direct sur les performances économiques en général exprimé par la productivité du travail.

Sans prétendre être exhaustif, il est possible de citer quelques-uns des travaux récents reprenant cette structure tels que Lööf et Heshmati (2000), Van Leeuwen et Klomp (2002), Lööf H. *et al.* (2003), Kemp *et al.* (2003), Janz *et al.* (2003), Griffith *et al.* (2006), Rogers (2006) et Mohnen *et al.* (2006). Ces études empiriques portent sur des données récentes CIS - le plus souvent à partir de la troisième édition - de divers pays européens comme la Belgique, le Danemark, la France, l'Allemagne, l'Irlande, l'Italie, les Pays-Bas, la Norvège, l'Espagne et le Royaume-Uni. En termes généraux, toutes ces études montrent le lien positif entre R & D et innovation et, par suite, son impact sur la performance économique des firmes.

Une mention spéciale doit être faite pour trois travaux empiriques - Lööf H. *et al.* (2003), Janz *et al.* (2003), Mohnen *et al.* (2006) et Griffith *et al.* (2006) - qui sont les premières tentatives d'analyse internationale. La première étude porte seulement sur le premier lien du CDM, à savoir l'influence de la R & D sur l'innovativité de sept pays européens à partir de données CIS1. Les deux dernières références développent des modèles CDM complets à partir de quatre échantillons européens de CIS3.

Modèle CDM et pays en développement

Récemment, le modèle CDM a été transposé à des pays en développement. Une revue de la littérature nous a permis d'identifier les contributions de Benavente (2006) sur données chiliennes, Chudnovski *et al.* (2006) sur données argentines, Correa *et al.* (2005) et De Negri *et al.* (2007) sur panel brésilien, Espinoza Peña (2006) sur base péruvienne, Hernández *et al.* (2004) sur ensemble mexicain, Hegde (2004) sur données malaisiennes, Jefferson *et al.* (2006) sur entreprises chinoises et Stoevsky (2005) sur fichier bulgare⁵.

Les différences les plus remarquables par rapport au modèle CDM original sont l'absence de brevets comme indicateur de produit novateur et le fait que les dépenses de R & D sont mesurées en flux et non en stock⁶. Ces deux différences sont partagées par tous les articles mentionnés.

D'autres différences sont dues à l'introduction de nouvelles dimensions de l'analyse. Sur un petit échantillon d'entreprises manufacturières chiliennes, Benavente (2006) met en œuvre une version proche du CDM original. Toutefois, ses résultats sont en contradiction avec celles constatées par la littérature sur données d'industries développées. Alors que certaines hypothèses traditionnelles telles que celles faites sur la taille, le secteur, la part de marché sont confirmées, les liens entre équations ne le sont pas⁷. Tout d'abord, il n'y a pas de relation significative entre l'intensité de R & D et le chiffre d'affaires innovant. Deuxièmement, l'innovation produite n'est pas liée à la performance économique, cette dernière étant représentée par la productivité du travail.

Benavente interprète ces résultats par deux effets. D'une part, l'impossibilité de percevoir les changements dans les variables expliquées – la productivité et l'innovation – à court terme, car il n'existe pas suffisamment de retard. D'autre part, par le fait que le modèle CDM est censé capturer le changement technique par l'intermédiaire de la valeur ajoutée par travailleur, alors que l'innovation dans les pays les moins avancés repose généralement sur l'introduction de biens d'équipement incorporant des connaissances nouvelles.

Toutefois, la plupart des différentes études mentionnées ci-dessus sur données de pays en développement montrent certains écarts avec les résultats de Benavente et suggèrent que le modèle CDM est toujours valable. Alors que Hernández *et al.* (2004) ont les mêmes problèmes pour trouver les liens entre les trois étapes pour un modèle sur données mexicaines, les autres contributions empiriques (en Argentine, au Brésil, Pérou, en Malaisie, Chine et Bulgarie) vérifient au moins l'un des liens et la plupart d'entre eux les deux (*tableau 1*).

Ces modèles CDM employés pour ces pays en développement atténuent avec succès les deux principales limites suggérées par Benavente. Un premier moyen mis en œuvre consiste à éviter les limitations des données en coupe en utilisant des données de panel. C'est le choix opéré par Chudnovski *et al.* (2006), De Negri *et al.* (2007) ou Jefferson *et al.* (2006). Ces études montrent alors une relation positive et significative entre, d'une part, la R & D et les connaissances technologiques produites, puis, entre connaissance produite et performance économique.

⁵ Voir aussi le numéro spécial de *European Journal of Development Research*, 2008; 20(2).

⁶ La plupart des raisons avancées sont liées au manque de structures institutionnelles, que ce soit en termes de défense des droits de propriété ou de système d'information statistique ou dans l'idée que la plupart des processus innovants sont de nature informelle. Pour un résumé récent sur ces points, on consultera le manuel de Bogotà du RICYT (2001) ou la troisième édition du manuel d'OSLO (2005).

⁷ En fait, plus de la moitié des coefficients ont des significativités différentes de celles trouvées dans Crépon *et al.* (1998).

TABLEAU 1
Résumé des modèles basés dans le cadre CDM appliqués à des données des pays en développement

Pays	Auteur	Input des connaissances	Output des connaissances
Argentine Panel (1992-2001)	Chudnovski <i>et al.</i> (2006)	Activités d'innovation (0/1) Dépenses d'innovation par employé	Innovation (0/1) Innovation Produit (0/1) Innovation Procédé (0/1)
Brésil (1996-2003)	Correa <i>et al.</i> (2005)	Activités de R & D (0/1) Dépenses de R & D par employé	Innovation (0/1) Nombre d'innovations
Brésil Panel (1996-2003)	De Negri <i>et al.</i> (2007)	Activités de R & D (0/1) Dépenses de R & D par employé	Innovation Produit (0/1) Innovation Procédé (0/1)
Brésil (1997-2002)	Goedhuys (2007)	-	Activités de R & D (0/1) Innovation Produit (0/1) Innovation Procédé (0/1)
Chili (1995-1998)	Benavente (2006)	Dépenses d'innovation / CA	CA innovants / CA
Mexique (2001)	Pérez <i>et al.</i> (2005)	Activités de R & D (0/1) Dépenses de R & D par employé	Innovation Produit (0/1) Innovation Procédé (0/1)
Pérou (1998)	Espinoza Peña (2007)	Activités d'innovation (0/1) Dépenses d'innovation par employé	CA innovants / CA
Bulgarie (1998-2001)	Stoevsky (2005)	Activités d'innovation (0/1) Dépenses d'innovation / CA	CA innovants / CA
Chine Panel (1995-1999)	Jefferson <i>et al.</i> (2006)	Activités de R & D (0/1) Dépenses de R & D par employé / CA	CA innovants / CA
Malaisie (2002)	Hegde et Shapira (2007)	Activités de R & D (0/1)	Innovation Produit (0/1) Innovation Procédé (0/1) Innovation organisationnelle (0/1)
Tanzanie (2003)	Goedhuys <i>et al.</i> (2006)	-	Activités de R & D (0/1), Dépenses de R & D, Innovation Produit (0/1) et Innovation Procédé (0/1)

Notes :

IC = Input des Connaissances ;
 OC = Output des Connaissances ;
 PE = Performance Économique ;
 OLS = Ordinary Least Squares ;
 SLS = Stages Least Squares ;
 ALS = Asymptotic Least Squares ;
 FIML = Full Information Maximum Likelihood ;
 IV = Instrumental Variables.

Performance économique	Méthode d'estimation	Principaux résultats
CA par employé	Linear Fixed effects Multinomial Logit	Tous les liens sont vérifiés. Exportation (t-1) et structure du capital ne sont pas significatives.
Valeur ajoutée	ALS	Faible lien positif entre IC et OC. Lien positif robuste entre OC et PE.
Croissance stock capital	3SLS and FIML	Tous les liens sont retrouvés.
TFP Croissance firme	Partial Adjustment Model	Il n'y a pas de lien entre OC et PE.
Valeur ajoutée par employé	ALS	Pas des liens.
CA par employé	Tobit, Probit et OLS	Pas des liens.
Valeur ajoutée par employé	Probit, Tobit et ALS	Tous les liens sont retrouvés.
CA par employé	3SLS and 2SLS	Tous les liens sont vérifiés pour l'échantillon complet. Il n'y a pas d'influence de la propriété du capital sur le OC.
CA Profit	Probit, OLS et IV	Tous les liens sont vérifiés. Les firmes étrangères ont un impact positif sur IC, OC et PE.
-	Probit	Le lien entre IC et OC est vérifié. Les firmes étrangères ont un impact positif sur OC.
Valeur ajoutée par employé	OLS et Quantile régression	Il n'y a pas de lien entre OC et PE.

Une seconde méthode, adoptée par Chudnovski *et al.* (2006), Stoevsky (2005) et Hernández *et al.* (2004), vise à compléter l'approche par la R & D en utilisant comme facteurs de production d'innovation, les connaissances incorporées dans les machines mises en œuvre pour produire de nouveaux produits ou procédés. Comme mentionné ci-dessus, cet ajout pertinent ne permet cependant pas à Hernández *et al.* (2004), contrairement aux autres auteurs, d'identifier le moindre lien entre les trois grandeurs du modèle CDM.

Une dimension intéressante empruntée par certaines de ces études empiriques et généralement négligées par les versions CDM sur les pays développés, est la prise en compte de l'origine de la propriété du capital et plus précisément l'introduction de la distinction entre entreprises indépendantes ou filiales de groupes nationaux ou étrangers (Cf., Chudnovski *et al.* 2006, Stoevsky 2005, Jefferson *et al.* 2006 et Hegde 2004). Cela est particulièrement intéressant pour l'analyse des systèmes d'innovation des pays en voie de développement, dans la mesure où les entreprises d'origine étrangère ont généralement leur siège social situé dans des systèmes d'innovation technologiquement plus avancés.

Un résultat dominant de cette littérature souligne que les entreprises multinationales font de la R & D au sein de leur pays d'origine et adaptent leurs produits aux demandes locales (Voir Sadowski *et al.* 2006 pour une revue) ou alors que la R & D est regroupée avec les installations de production (Defever, 2006). Dans les pays en développement, les investissements de R & D des entreprises multinationales peuvent donc être moins fondamentales et moins intenses que dans les pays développés, mais cependant demeurer plus fréquents et plus élevés que pour les entreprises locales. De même, afin de compenser leurs faibles performances productives, ces entreprises multinationales sont mieux à même de transférer des pratiques organisationnelles et des processus de production avancés (Benfratello et Sembenelli 2006, Girma et Gorg, 2007).

Chudnovski *et al.* (2006) et Stoevsky (2005), respectivement sur l'industrie argentine et bulgare, ne trouvent cependant aucune différence entre firmes nationales et étrangères au sein de chaque équation du modèle CDM. Jefferson *et al.* (2006) et Hegde (2004) sur la Chine et la Malaisie trouvent une influence positive de la propriété étrangère sur l'innovation. En particulier, les entreprises étrangères de Chine semblent être plus intenses en R & D, en part du chiffre d'affaires des produits innovants et de productivité.

Les problèmes sont encore plus importants lorsque les comparaisons internationales sont visées. Tout d'abord, il y a la question de la forte hétérogénéité entre les pays développés et les pays en développement. Jusqu'à présent les modèles CDM comparaient des pays où les performances macroéconomiques et institutionnelles étaient assez semblables (Voir Lööf *et al.*, 2003, Janz *et al.*, 2003, Griffith *et al.*, 2006 ; Mohnen *et al.*, 2006). Il existe de très faibles différences entre pays européens concernant la stabilité politique ou de régimes de droit de propriété intellectuelle. Par rapport aux pays d'Amérique latine, de fortes différences existent (par exemple sur les lois sur les faillites, les régimes de droit de propriété intellectuelle, les marchés du travail ou des systèmes financiers...) mais sont difficiles à maîtriser en raison de la rareté des données ou de la difficulté de les mettre en commun (Bartelsman, Doms 2000)⁸.

En second lieu, il faut souligner la forte hétérogénéité au sein même des pays en développement concernant la réglementation et des institutions affectant les investissements et les performances (Voir par exemple Goedhuys *et al.*, 2006). Il existe par exemple de grandes différences entre nos trois pays d'Amérique latine en ce qui concerne leur spécialisation et leurs exportations :

⁸ Par exemple, chacune de nos bases de données est disponible uniquement sur place. Il est donc impossible d'empiler les données pour tous les pays.

le Mexique est un grand exportateur de produits de moyenne et haute technologie. *A contrario*, l'Argentine est un exportateur de produits primaires ; le Brésil occupe une position intermédiaire (CEPAL, 2002). D'autres différences entre ces systèmes nationaux d'innovation reposent sur leurs situations conjoncturelles. Parmi notre échantillon, chaque pays a subi une crise majeure au cours des années quatre-vingt-dix. Le Mexique tout d'abord en 1994 et la montée postérieure des liens économiques avec les États-Unis avant la chute de la bulle internet. Le Brésil entre en crise au début de 1999, soit au milieu de la période couverte par l'enquête innovation (1998-2000). Enfin, l'Argentine dont la période d'enquête (1998-2001) recouvre l'ensemble de la période de récession précédant la crise de fin 2001. Ces trois situations macroéconomiques très différentes sont autant de contextes délicats pour les stratégies risquées des agents, telles que les investissements de R & D ou les activités d'innovation.

Innovativité, productivité et exportations

Parallèlement, l'influence des connaissances produites sur les performances économiques peut être étendue aux performances à l'export. Bien que de nombreux travaux soutiennent le lien entre ces deux variables, la causalité est moins évidente que pour la relation entre connaissance et productivité.

La plupart des études empiriques peuvent être réparties en deux familles principales à partir de leurs hypothèses théoriques de causalité. La première se réfère au fait qu'il y a un coût irréversible à s'aventurer sur un marché extérieur. Seules les entreprises ayant un avantage concurrentiel – comme un nouveau produit ou une productivité supérieure – vont décider d'exporter, alors que les entreprises ne possédant qu'un faible avantage vont décider de se cantonner à leur marché intérieur. Le second processus repose sur l'hypothèse que les entreprises en concurrence sur le marché international – considéré comme un réservoir de connaissances avancées par rapport au marché domestique – vont bénéficier d'externalités facilitant leur innovation (Voir De Loecker, 2006).

Plusieurs études ont été menées au niveau des entreprises sur l'hypothèse d'autosélection⁹. La plupart trouvent un effet positif sur l'innovation, que ce soit sur le choix ou l'intensité des exportations. Néanmoins, la plupart d'entre elles ne considèrent pas la possible endogénéité de la variable innovation. À côté, ces articles expliquent les différences interentreprises en termes de propension à exporter ou d'intensité d'exportations par de nombreux autres facteurs. Les plus répandus sont ici la taille, le secteur d'activité et la productivité – cette dernière variable étant parfois remplacée par la part décalée dans le temps des exportations dans le chiffre d'affaires – pour lesquels sont trouvés des effets significatifs.

Enfin, semblables au modèle CDM sur les pays en développement, certaines études comprennent la propriété des capitaux étrangers. Les résultats sont en l'occurrence encore moins concluants. Bien que Correa *et al.* (2007) et Cassiman et Martinez-Ros (2006) trouvent une influence positive respectivement pour l'Équateur ou l'Espagne, Harris et Li (2006) ne trouvent pas une telle relation significative sur échantillon de firmes britanniques.

⁹ Voir sur ce point Wakelin (1998), Kumar et Siddharthan (1994), Hirsch et Bijaoui (1985), Basile (2001), Sterlacchini (1999), Roper et Love (2002) et Anderton (1999). On consultera aussi les contributions récentes de Cassiman et Martinez-Ros (2006), Harris et Li (2006), Becker et Lachenmaier (2006), Kirbach et Schmiedeberg (2006) et Correa *et al.* (2007).

■ Données et méthode

Les données et les variables

Le présent article profite de la troisième enquête communautaire sur l'innovation lancée en Europe et les enquêtes sur l'innovation équivalentes lancées en Amérique latine (Argentine, Brésil et Mexique). L'annexe présente les sources de données et compare les questionnaires et méthodes utilisés.

La même méthode de sous-échantillonnage a été appliquée aux données de chaque pays. En bref, cette méthode consiste à garder toutes les firmes appartenant aux 20 industries manufacturières selon la classification NACE (voir ci-dessous pour plus de détails), ayant au moins 20 employés au début de la période, ayant eu un chiffre d'affaires positif à la fin de la période, ayant moins de 50 % des employés dédiés à la R & D, ayant moins de 50 % de son chiffre d'affaires dépensé en R & D et ayant eu une productivité du travail plus élevée que le 1^{er} percentile et inférieur au 99^e. Les tailles finales des échantillons pour chaque pays sont : pour l'Argentine, 1 308 ; le Brésil, 9 452 ; le Mexique, 1 515 ; la France, 4 618 ; la Suisse, 925 et l'Espagne, 3 559.

Le tableau 2 présente la liste des variables utilisées autant dans les statistiques descriptives que dans les estimations économétriques. Ces variables sont disponibles dans presque tous les pays considérés.

Les définitions des variables montrent que certaines décisions doivent être prises lorsque des questions ne sont pas exactement formulées de la même façon dans les différents pays, de sorte que les variables obtenues ne sont pas parfaitement comparables. Dans plusieurs cas, la variable peut être récupérée ou estimée à partir des données en provenance d'autres sources. Dans d'autres cas, ces définitions donnent lieu à une certaine ambiguïté concernant les spécifications à utiliser. Par exemple, la coopération est limitée dans certains questionnaires aux activités de R & D – par exemple, le cas de la Suisse – alors que d'autres pays vont l'étendre jusqu'à y inclure d'autres activités d'innovation. Les variables sur la coopération pourraient ainsi être des variables explicatives aussi bien dans l'équation qui explique la R & D que dans les équations d'innovation. La même conclusion peut être tirée pour la variable sur l'aide publique qui ne se limite pas aux activités de R & D (par exemple, l'initiative Eureka dans les pays de l'UE et la Suisse). Cette prise en compte des contraintes issues des données côtoie celles liées à la spécificité des pays en voie de développement. Nous présentons tout d'abord la spécification retenue avant de la caractériser puis d'exposer la méthode d'estimation mise en oeuvre.

Le modèle économétrique

Le modèle théorique est basé sur un mélange du modèle CDM original et de la version de Griffith *et al.* (2006). À la suite de ces auteurs, nous pouvons écrire notre modèle à quatre équations. En indexant les firmes de $i = 1, \dots, N$. La première équation rend compte du montant de R & D investi pour produire de la connaissance par l'entreprise ($R\&DI_i^*$) :

$$R\&DI_i^* = x_i' \alpha + u_i \quad (1)$$

où $R\&DI_i^*$ est considéré comme une variable latente, x la matrice des déterminants des efforts de R & D, α est le vecteur des paramètres à identifier, et u_i un terme d'erreur. L'intensité des dépenses de R & D des entreprises, notée $R\&DI$, peut être utilisée comme une proxy des efforts inobservables faits pour produire des connaissances. Toutefois, seules les entreprises

TABLEAU 2
Liste des variables

Variables	Définitions
Activités de R & D	La firme a engagé des activités de R & D pendant la période (dichotomique).
Intensité R & D	Dépenses en R & D par employé dans la dernière année de la période.
Innovation de produit	Produits nouveaux ou significativement améliorés dans la période (dichotomique).
Innovation de procédé	Procédés nouveaux ou significativement améliorés dans la période (dichotomique).
Innovation	Innovation de procédé ou produit dans la période (dichotomique).
Productivité du travail	Chiffre d'affaires par employé dans la dernière année de la période.
Exportatrice	La firme a exporté une partie de sa production dans la dernière année de la période (dichotomique).
Coefficient d'exportation	Ratio entre les exportations et les chiffres d'affaires dans la dernière année de la période.
Sources externes:	
Groupe	L'information provenant du groupe a été considérée comme de haute importance pour innover dans la période (dichotomique).
Universités	L'information provenant des universités ou des institutions sans profit a été considérée comme de haute importance pour innover dans la période (dichotomique).
Fournisseurs	L'information provenant des fournisseurs a été considérée comme de haute importance pour innover dans la période (dichotomique).
Concurrents	L'information provenant des concurrents a été considérée comme de haute importance pour innover dans la période (dichotomique).
Clients	L'information provenant des clients a été considérée comme de haute importance pour innover dans la période (dichotomique).
Exhibitions	L'information provenant des exhibitions ou foires a été considérée comme de haute importance pour innover dans la période (dichotomique).
Coopération nationale	La firme s'est engagée dans des activités de coopération pour innover avec des partenaires nationaux (dichotomique).
Coopération internationale	La firme s'est engagée dans des activités de coopération pour innover avec des partenaires internationaux (dichotomique).
Aide publique	La firme a reçu de l'aide publique pour ses activités de R & D ou innovation (dichotomique).
Intensité d'investissement	Investissement brut par employé (log). Pour la Suisse seulement, le revenu du capital (valeur ajoutée moins coût salarial) est disponible.
Investissement nul	Firme avec un investissement nul ou manquant dans la dernière année de la période (dichotomique).
Emploi qualifié	Proportion des employés ayant atteint un diplôme universitaire. Les données ne sont pas disponibles pour les firmes françaises, espagnoles et mexicaines. La variable est approximée pour l'Espagne et le Mexique comme l'inverse du manque de personnel qualifié dérivé de la question sur les obstacles à l'innovation ⁽¹⁾ . Pour la France, elle est approximée comme les dépenses en logiciels par employé.
Innovation organisationnelle	La firme a introduit des réformes organisationnelles dans la période (dichotomique).
Groupe domestique	La firme appartient à un groupe domestique (dichotomique).
Groupe étranger	La firme est une subsidiaire d'une entreprise multinationale étrangère (dichotomique).
Taille	Cinq variables dichotomiques selon la quantité d'effectifs de la firme. Les catégories sont 20–49, 50–99, 100–249, 250–499, 500 et + employés.
NACE	Treize variables dichotomiques selon la principale activité industrielle de la firme. La classification est dérivée de la classification NACE à 2 digits. Quelques industries ont été agrégées car il avait trop peu d'observations (spécialement dans le cas suisse).

⁽¹⁾ Cette approximation est inspirée sur Arvanitis (2006).

déclarant de telles dépenses apparaissent comme faisant des efforts alors que bon nombre d'entre elles déclarent des valeurs nulles de R & D même si elles investissent des montants non nuls dans des activités de connaissance. Ainsi, l'équation (1) ne peut pas être estimée directement sans prendre en compte les biais de sélection et de troncature. Le problème est traité par l'introduction d'une équation de sélection expliquant si l'entreprise déclare ou non des activités de R & D :

$$\begin{cases} R\&Doui_i = 1 & \text{si } rd_i^* = y_i'\beta + v_i > c \\ R\&Doui_i = 0 & \text{si } rd_i^* = y_i'\beta + v_i \leq c \end{cases} \quad (2)$$

où la variable $R\&Doui$ est une variable dichotomique observée qui prend une valeur 1 si l'entreprise déclare de la R & D, c'est-à-dire si la variable latente correspondante rd^* dépasse un certain seuil c . y est la matrice des variables explicatives de la décision de faire de la R & D, v_i le terme d'erreur et β le vecteur des paramètres à estimer.

Subordonné au fait que l'entreprise fasse de la R & D, il est possible d'observer les montants des ressources consacrées à la R & D, et de spécifier l'équation de $R\&DI$ telle que :

$$\begin{cases} R\&DI_i = x_i'\alpha + u_i & \text{si } R\&Doui_i = 1 \\ R\&DI_i = 0 & \text{si } R\&Doui_i = 0 \end{cases} \quad (3)$$

Après l'estimation des déterminants des *inputs* de connaissance ($R\&DI$), l'*output* de cette production de connaissances est modélisé comme suit :

$$INNO_i = R\&DI_i^*\gamma + z_i'\delta + w_i \quad (4)$$

où $INNO_i$ est la connaissance produite par $R\&DI^*$ et d'autres facteurs. γ , δ sont les paramètres à identifier et w_i le terme d'erreur. Les variables dichotomiques innovations de produits et de procédés sont utilisées comme des approximations de la connaissance produite.

La performance économique des entreprises est alors modélisée à l'aide d'une fonction Cobb-Douglas à rendements d'échelle constants :

$$LPRO_i = INVT_i'\delta + m_i'\theta + e_i \quad (5)$$

où $LPRO$ est la productivité du travail influencée par l'intensité du capital physique $INVT$ – les investissements en capital divisés par le nombre de salariés étant la meilleure approximation disponible ici – et m_i la matrice des autres variables explicatives, comprenant $SKILLED$ mais aussi les connaissances produites $INNO$ ou l'innovation organisationnelle $ORGA$.

Par rapport aux précédents modèles CDM, une équation est ajoutée afin d'évaluer le rôle de l'innovation dans l'intensité d'exportation. Nous avons donc introduit une sixième équation où les entreprises exportent grâce à une compétitivité basée sur leur productivité et leurs innovations.

$$EXPORT_i = LPRO_i'\phi + INNO_i'\eta + q_i'\lambda + s_i \quad (6)$$

où $EXPORT_i$ est la part des exportations, fonction de la productivité et l'innovation estimées respectivement par $LPRO_i$ et $INNO_i$, et d'autres variables de contrôle q_i .

Un modèle CDM étendu

Comme pour le modèle retenu de Griffith *et al.* (2006), notre version du modèle CDM est estimé non seulement pour les firmes innovantes mais aussi pour celles non innovantes de notre échantillon. Les entreprises peuvent être impliquées dans certaines activités de production de connaissances, même si elles déclarent une activité nulle de R & D. Ces activités de connaissances résiduelles peuvent être informelles ou fondées sur d'autres sources que la R & D. Nous supposons tout particulièrement que les firmes avec R & D, mais aussi celles sans R & D déclarée, peuvent être des entreprises technologiquement innovantes. Les mêmes remarques s'appliquent pour les *outputs* de l'innovation, les entreprises en dessous d'un certain seuil ne font pas état de toute leur(s) innovation(s). Notre modèle comporte cependant certaines différences par rapport à Crépon *et al.* (1998) ou à son évolution in Griffith *et al.* (2006) :

- Les sources externes d'information et de connaissance sont toutes prises en considération aussi bien comme facteur explicatif de l'activité de R & D que d'une activité innovante basée essentiellement sur l'acquisition de connaissances externes et ne nécessitant pas de la R & D comme capacité d'absorption. Plus particulièrement, l'introduction systématique de ces sources externes permet de mieux cerner des stratégies d'imitations qui peuvent être des substituts stratégiques à l'activité de R & D d'entreprises *leaders*, appartenant souvent aux pays développés¹⁰.

- L'intensité des investissements n'est pas considérée ici comme un déterminant du processus d'innovation alors que toutes les sources extérieures sont considérées comme déterminantes potentielles de produits ou processus de l'innovation.

- Comme indiqué précédemment, nous introduisons une distinction entre les firmes indépendantes et les filiales domestiques et étrangères. Si les filiales de multinationales étrangères sont particulièrement importantes en matière de R & D dans les pays en développement, de nombreux travaux universitaires montrent également que dans les pays développés les filiales d'entreprises étrangères sont des investisseurs de R & D, des collaborateurs en R & D ou des innovateurs particulièrement dynamiques (e.g. Veugelers et Cassiman, 2004).

- L'innovation organisationnelle est introduite comme une variable explicative de la productivité. De nombreux articles montrent en effet que l'organisation est un facteur d'influence des performances. Même si l'organisation et la technologie sont interdépendantes, nous supposons ici que l'organisation est exogène et influe directement sur la productivité du travail¹¹.

- Des travailleurs diplômés sont introduits comme déterminant de la productivité. Même si les données ne sont pas directement disponibles pour la France, nous introduisons cet aspect du capital humain afin d'obtenir une vue plus précise de l'influence du facteur travail sur la productivité.

- Une dernière contribution est l'ajout d'une quatrième étape portant sur les exportations. Nous explorons l'impact de la productivité et l'innovation sur les exportations.

D'autres changements (sur le rôle de la demande, les régimes d'appropriation, des financements par origine) sont induits par la pénurie de données due à des questionnaires non identiques :

- L'intensité de R & D est calculée comme la dépense interne de R & D divisée par les ventes plutôt que par les employés.

¹⁰ Cela ne signifie pas que les variables utilisées soient bonnes. Dans les enquêtes innovation, les sources externes sont disponibles en effet uniquement pour les entreprises se déclarant innovantes alors que les non innovantes, et surtout celles imitatrices, bénéficient des informations et connaissances en provenance d'autres organismes. Les coefficients sont donc *a priori* biaisés ici. Lhuillery (2007) montre toutefois, sur données suisses, que si le biais est réel, il concerne surtout le coefficient de la variable concurrent qui doit donc être interprété avec la plus grande prudence.

¹¹ Nous avons, de manière infructueuse, lancé des régressions auxiliaires essayant d'expliquer l'innovation organisationnelle par l'innovation technologique.

- Par rapport à certains modèles CDM, nous nous limitons à l'industrie manufacturière. Les produits agroalimentaires sont ici inclus dans notre échantillon, alors que le charbon, les produits pétroliers raffinés et les combustibles nucléaires ne le sont pas.
- Les stratégies d'appropriation ne sont plus incluses dans les deux premières équations de notre modèle car les questionnaires ne sont pas homogènes sur ce sujet. La même remarque vaut pour la question sur les obstacles à l'innovation.
- La concurrence entre firmes avec le taux de concentration n'est également pas introduite car il n'existe pas de moyen fiable pour calculer soit les parts de marché au niveau individuel, soit des indices de concentration.
- L'influence de l'offre de la demande de technologie n'est pas directement incluse dans notre modèle. L'introduction des sources externes remplace cependant ces variables originelles.

L'estimation du modèle

Reprenant le modèle économétrique, le modèle se compose des cinq équations (2), (3), (4), (5) et (6). À la suite de Griffith *et al.* (2006), il est supposé que le modèle complet a la structure récursive sans effets croisés, de telle sorte qu'une procédure d'estimations à quatre étapes peut être menée.

Dans un premier temps, les équations (2) et (3) sont estimées par un modèle TOBIT généralisé utilisant l'estimateur du maximum de vraisemblance (MLE). Afin d'estimer (2) et (3), il est supposé ici que les erreurs u_i et v_i suivent une loi normale bivariée. Comme les *inputs* de connaissance peuvent prendre d'autres formes que les dépenses de R & D, l'estimation des paramètres de l'équation (3) permet d'imputer un probable investissement de R & D à chaque entreprise ne figurant pas parmi les entreprises déclarant de la R & D : les entreprises innovantes qui ne déclarent pas de R & D mais aussi les entreprises qui ne déclarent pas être innovantes. On suppose donc que les *inputs* de connaissance qui ne sont pas mesurés par les dépenses de R & D sont les mêmes que celles estimées. Cette hypothèse forte permet de proposer une solution simple au problème lancinant de la diversité des modalités de production de connaissance dans des économies en développement.

Dans un deuxième temps, deux fonctions de production de connaissance sont estimées séparément pour l'échantillon complet. Deux modèles PROBIT sont estimés par le maximum de vraisemblance, l'équation (4) étant appliquée aux innovations de produits et de procédés. Dans les deux équations, la valeur prédite linéaire des dépenses de R & D est introduite afin de prendre soin de la sélectivité et de l'endogénéité de $R\&D_i^*$.

Dans la troisième étape, l'équation (5) est estimée par les moindres carrés ordinaires lorsque les données sont disponibles. La productivité du travail est estimée en introduisant la moyenne calculée sur la période considérée des investissements en capital par salarié. Les deux valeurs d' $INNO_i$ prédites par l'étape précédente sont incluses afin de contrôler l'endogénéité de cette variable dans l'équation de productivité.

Dans la dernière étape, l'équation (6) est estimée à la suite de (5), en utilisant un modèle TOBIT puisque de nombreuses firmes n'exportent pas. Les deux valeurs prédites d' $INNO_i$, en produits ou procédés, à la seconde étape et la valeur prédite de $LPRO_i$ obtenue à partir de la troisième étape sont incluses dans l'équation d'exportation afin de mitiger l'endogénéité des trois différents paramètres de l'équation (6). Pour les deux variables innovations, les instruments sont simples avec les différentes sources externes de connaissances participant au processus innovant. Pour la productivité du travail, les instruments valides sont moins évidents. L'innovation organisationnelle est un candidat naturel mais n'est pas un instrument robuste pour tous les pays.

La part des employés diplômés ainsi que l'investissement en capital sont d'autres candidats possibles pour instrumenter la productivité. Cependant, même si ces variables expliquent de manière robuste la productivité du travail dans différents pays, elles sont, dans certains pays, corrélées avec les résidus.

Une question supplémentaire ici est la légitimité d'une comparaison entre les résultats obtenus sur données entreprises et ceux obtenus sur des données qui, comme pour nos données espagnoles, ont été microagrégées afin de protéger leur confidentialité. À la suite des investigations faites par Mairesse et Mohnen (2001) sur l'enquête CIS1 française, nous supposons ici qu'une telle comparaison n'est pas un problème pour les grands échantillons de données et que les résultats ne sont pas très sensibles aux processus de microagrégation.

Dans les travaux précédents, les coefficients des variables innovation sont rarement trouvés significatifs. Afin de contourner le problème récurrent de colinéarité qui entraîne de tels résultats, nous fournissons des estimations dans lesquelles les variables innovation de produit et innovation de procédé sont introduites séparément.

■ Statistiques descriptives

Dans le tableau 3, sont présentées en détail les statistiques descriptives des principales variables pour les six pays analysés. Tous les résultats font référence aux sous-échantillons mentionnés dans la section précédente. Comme on pouvait s'y attendre, il existe des nombreuses différences structurelles entre pays européens et latino-américains. Néanmoins, il existe aussi une certaine hétérogénéité à l'intérieur de chaque région. Le reste de la section expose les résultats les plus pertinents.

Un écart important entre les deux zones est trouvé concernant les activités de R & D. Si en Europe, environ plus de la moitié des firmes s'engagent dans des activités internes de R & D, moins du tiers des firmes d'Amérique latine est ici concerné. Cet écart se retrouve pour l'intensité des dépenses de R & D, avec des entreprises européennes dépensant plus de 1 700 dollars (courants) par employé contre des entreprises d'Amérique latine ne dépensant pas les 400 dollars par employé.

À l'intérieur de l'Amérique latine on détecte une forte hétérogénéité. Tandis que le Brésil est en tête de la région, suivi de peu par l'Argentine, le Mexique est clairement en retard avec moitié moins de firmes s'engageant dans des activités de R & D et une intensité de R & D qui est alors plus de deux fois plus faible.

Les résultats obtenus sur l'innovation sont toutefois moins dissemblables entre les deux zones géographiques. La Suisse et l'Espagne ont plus des trois quarts de leur échantillon de firmes qui se déclarent innovants, l'Argentine, les deux tiers, le Brésil et la France autour de la moitié et le Mexique moins du tiers. Cependant, ces résultats doivent être interprétés en gardant à l'esprit que l'innovation est mesurée ici au niveau de la firme et non du marché, ni de la frontière technologique¹².

En concordance avec les données macroéconomiques sur le PIB par habitant, la productivité du travail des entreprises européennes est nettement plus élevée que celles d'Amérique latine. Alors que les pays européens présentent des chiffres toujours supérieurs à 150 000 dollars par employé, les firmes des pays latino-américains sont comprises entre la moitié – dans les cas du Brésil et du Mexique – et les deux tiers – dans le cas argentin – de ce chiffre. La productivité du travail plus élevée en Argentine s'explique principalement par la surévaluation du peso argentin issue du programme politique de parité avec le dollar américain qui était en place à l'époque de l'enquête.

¹² Crespi et Peirano (2007) trouvent des résultats tout aussi surprenants lorsqu'ils comparent le Chili et le Royaume-Uni.

TABLEAU 3
Statistiques descriptives

Variables	Argentine	Brésil	Mexique	Espagne	Suisse	France
<i>Observations</i>	1308	9452	1515	3559	925	4618
Activités de R & D	0.291	0.253	0.181	0.647	0.547	0.447
Intensité R & D	0.227	0.392	0.102	1.891	2.548	1.766
Innovation	0.633	0.491	0.344	0.753	0.794	0.543
Innovation Produit	0.518	0.311	0.273	0.594	0.721	0.473
Innovation Procédé	0.537	0.406	0.238	0.588	0.594	0.329
Productivité du travail	107.2	79.2	73.5	158.3	174.4	157.5
Exportatrice	0.573	0.396	0.572	0.809	0.788	0.841
Coefficient d'exportation	0.124	0.077	0.164	0.252	0.369	0.228
Source d'informations :						
groupe	0.154	0.063	0.104	0.475	0.245	0.099
fournisseurs	0.120	0.216	0.142	0.159	0.507	0.092
clients	0.183	0.213	0.203	0.225	0.441	0.253
concurrents	0.111	0.112	0.108	0.104	0.245	0.118
universités	0.057	0.036	0.034	0.077	0.194	0.023
exhibitions	0.128	0.200	0.123	0.098	0.402	0.045
Coopération nationale	0.099	0.082	0.067	0.296	0.038	0.225
Coopération internationale	0.082	0.040	0.048	0.138	0.139	0.176
Aide publique	0.020	0.105	0.013	0.246	0.053	0.177
Investissement nul	0.195	0.377	-	0.155	0.054	0.026
Intensité d'investissement	7.881	3.444	-	7.681	10.162	5.761
Emploi qualifié	0.061	0.071	0.210	0.573	0.034	0.070
Appartenance à un groupe :						
domestique	0.125	0.085	0.267	0.268	0.381	0.455
étranger	0.216	0.102	0.145	0.187	0.181	0.244
Taille :						
20 à 49 salariés	0.221	0.129	0.038	0.303	0.275	0.297
50 à 99 salariés	0.232	0.165	0.146	0.214	0.227	0.183
100 à 249 salariés	0.313	0.214	0.245	0.231	0.326	0.204
250 à 499 salariés	0.137	0.187	0.197	0.162	0.103	0.133
500 salariés ou plus	0.097	0.305	0.374	0.089	0.069	0.183
Secteur :						
Ind. alimentaires	0.201	0.144	0.149	0.118	0.076	0.177
Ind. textiles, habillement, cuir et chaussure	0.142	0.193	0.160	0.074	0.048	0.104
Ind. du bois, du papier, du carton	0.054	0.076	0.068	0.039	0.065	0.054
Édition, imprimerie, reproduction	0.052	0.039	0.036	0.028	0.064	0.042
Ind. chimique	0.104	0.064	0.085	0.140	0.063	0.078
Ind. caoutchouc et plastique	0.058	0.066	0.042	0.059	0.056	0.065
Fab. autres prod. minéraux non métal.	0.056	0.066	0.052	0.065	0.039	0.039
Métallurgie et travail des métaux	0.081	0.102	0.105	0.123	0.169	0.144
Fab. de machines et d'équipement	0.093	0.072	0.057	0.117	0.169	0.100
Fab. d'équipements électriques et électroniques	0.025	0.035	0.066	0.061	0.105	0.068
Fab. de machines et matériels électriques	0.041	0.029	0.044	0.053	0.040	0.041
Fab. de matériel de transport	0.066	0.043	0.081	0.071	0.069	0.047
Autres ind. manufacturières	0.027	0.071	0.055	0.052	0.039	0.043

Notes :

Les données sont élaborées à partir des enquêtes d'innovation de chaque pays.

Toutes les variables sont dichotomiques sauf Productivité du travail, Intensité R & D et Intensité d'investissement qui sont exprimées en milliers de dollars américains courants.

Concernant les exportations, l'écart entre firmes d'Europe et celles d'Amérique latine existe aussi, même si la grande majorité des entreprises – européennes et latino-américaines – exportent une partie de leur production. Autour de 80 % des firmes européennes sont exportatrices alors que pour l'Amérique latine, la proportion est inférieure à 60 % pour l'Argentine et le Mexique et, inférieure à 40 % pour le Brésil. La part des exportations dans le total des chiffres d'affaires suit la même logique. Avec les firmes suisses en tête, les entreprises européennes exportent en moyenne entre un tiers et un quart de leur production totale. En Amérique latine, le coefficient moyen d'exportation est de 16 % au Mexique, 12 % en Argentine et moins de 8 % au Brésil.

La coopération avec des partenaires domestiques est beaucoup plus fréquente dans les pays européens comme l'Espagne (30 %) ou la France (23 %) même si les firmes suisses (4 %) déclarent moins de coopération au niveau national que ne le font les firmes d'Amérique latine (avec Argentine 10 %, Brésil 8 % et Mexique 7 %). Néanmoins, les firmes européennes s'engagent beaucoup plus souvent dans une coopération internationale (entre 14 % et 18 % des firmes) que ne le font les firmes latino-américaines (avec une fourchette de 4 % à 8 % seulement).

Les firmes espagnoles et françaises ont accès à des aides publiques pour des activités de R & D ou d'innovation (respectivement 25 % et 18 %) plus fréquemment que dans les autres pays. Les entreprises suisses (5 %) perçoivent, par exemple, moins d'aides que les firmes brésiliennes (11 %) et s'apparentent ici plus aux firmes d'Argentine ou du Mexique dont les financements publics sont notoirement faibles (avec respectivement seulement 2 % et 1 % concernés).

Enfin, la proportion globale des firmes appartenant à des groupes – domestiques ou étrangers – est plus large en Europe qu'en Amérique latine. Par exemple, la proportion des entreprises argentines appartenant à des multinationales étrangères (22 %) est plus élevée que celle espagnole ou suisse (respectivement 19 % et 18 %) et est à peine inférieure à celle française (24 %). Parmi les groupes d'entreprises, les filiales de multinationales étrangères sont relativement plus nombreuses pour les firmes latino-américaines.

■ Résultats économétriques

Les résultats des modèles économétriques sont exposés dans les quatre sous-sections suivantes, en reprenant les quatre étapes décrites précédemment.

Input des connaissances

Le tableau 4 montre les résultats sur le choix d'engager des activités de R & D au sein de l'entreprise pour chaque pays. Les résultats traditionnels trouvés dans la littérature existante sont vérifiés pour tous les pays. Le choix est déterminé par la taille et l'industrie de l'entreprise.

Comme on pouvait s'y attendre, l'aide publique aux projets de R & D ou d'innovation est aussi un déterminant du choix dans tous les pays étudiés. Les firmes financées ont une probabilité supérieure d'engager activités de R & D que celles sans aide publique, ayant des élasticités qui vont de 22 % pour les firmes argentines jusqu'à 52 % pour les firmes françaises¹³.

Les résultats relatifs à la propriété du capital varient selon les pays. Au Brésil et en France, les groupes nationaux ont une probabilité supérieure de s'engager dans des activités de R & D que les firmes indépendantes (+ 10 % environ dans les deux pays), et les filiales des entreprises multinationales le sont plus encore (avec environ + 15 %). Les firmes espagnoles sont plus disposées à mener des activités de R & D que les filiales étrangères (6 % de moins), mais il n'y a pas de différences significatives entre filiales de groupes domestiques et firmes indépendantes.

¹³ Bien entendu, la variable financement public est endogène. Ce problème n'est pas traité dans ce modèle d'Heckman.

Les données argentines, mexicaines et suisses ne montrent aucune influence significative du type de capital sur le choix de s'engager dans des activités R & D.

L'interprétation de ces résultats n'est pas aisée. On pourrait avancer que les activités de R & D des multinationales ne sont faites que dans le pays de la région avec le marché plus grand, où les produits vont être adaptés pour tous les marchés régionaux. Dans les pays en développement, les entreprises transnationales n'investissent alors en R & D que si la taille du marché visé n'est pas assez large pour distribuer les coûts de la R & D occasionnés. De façon combinée, dans le cas mexicain, il est probable que le marché intérieur ne soit pas visé par les entreprises américaines qui vont investir en R & D surtout dans leur pays d'origine. Un effet similaire peut se produire en Espagne, où les entreprises multinationales françaises et allemandes qui cherchaient des faibles coûts, et les firmes américaines et japonaises ayant une stratégie d'entrée dans l'UE se sont établies pendant les années 1980 et 1990.

TABLEAU 4
Décision de s'engager dans des activités R & D

Variables	Argentine	Brésil	Mexique	Espagne	Suisse	France
Aide publique	0.217** (0.101)	0.274*** (0.017)	0.343** (0.133)	0.228*** (0.016)	0.275*** (0.063)	0.518*** (0.016)
Groupe domestique	-0.013 (0.041)	0.114*** (0.018)	0.011 (0.024)	0.012 (0.023)	-0.106 (-0.192)	0.097*** (0.022)
Groupe étranger	-0.002 (0.034)	0.139*** (0.018)	-0.011 (0.028)	-0.062** (0.029)	-0.159 (-0.202)	0.154*** (0.026)
Taille 50-99	0.125*** (0.043)	0.030 (0.018)	0.243 (0.155)	0.105*** (0.022)	0.096** (0.048)	0.126*** (0.025)
Taille 100-249	0.189*** (0.039)	0.088*** (0.018)	0.198 (0.136)	0.139*** (0.024)	0.164*** (0.044)	0.216*** (0.024)
Taille 250-499	0.240*** (0.052)	0.196*** (0.020)	0.302** (0.152)	0.076** (0.033)	0.212*** (0.053)	0.363*** (0.024)
Taille 500+	0.350*** (0.059)	0.041** (0.016)	0.363*** (0.125)	0.158*** (0.033)	0.300*** (0.055)	0.451*** (0.021)
Constante	-1.264*** (0.126)	-1.239*** (0.059)	-2.280*** (0.449)	-0.216*** (0.079)	0.036 (0.537)	-1.223*** (0.065)
N	1 308	9 452	1 515	3 559	925	4 611
Max de vraisemblance	-1395.1	-8.919.94	-1196.2	-5529.6	-1411.95	-5787.1

Notes :

$p < 0.01$ (***), $p < 0.05$ (**), $p < 0.1$ (*).

Les coefficients expriment les effets marginaux et, entre parenthèses, les écarts types.

12 variables sectorielles ont été incluses dans l'estimation.

Le tableau 5 présente les résultats des déterminants de l'intensité des dépenses en R & D dans les six pays étudiés, qui sont beaucoup plus hétérogènes que les précédentes sur le choix de s'engager dans des activités de R & D.

Les sources externes d'information pour innover ne sont pas, en général, des déterminants significatifs de dépenses de R & D, en particulier dans les firmes des pays d'Amérique latine. Les nombreuses études citées en section 2 suggèrent que l'information provenant de fournisseurs est un substitut aux investissements de R & D pendant que l'information des clients est complémentaire. Les signes des coefficients liés aux fournisseurs et clients comme

sources d'information sont effectivement ceux constatés par ailleurs, mais sont rarement trouvés significatifs. Les clients se montrent positifs seulement pour les firmes espagnoles et, d'un degré moindre, pour les firmes françaises. Les fournisseurs sont des substituts de la R & D mais uniquement pour les firmes espagnoles.

TABLEAU 5
Intensité R & D

Variables	Argentine	Brésil	Mexique	Espagne	Suisse	France
Groupe	-0.217 (0.26)	-0.021 (0.119)	0.189 (0.343)	0.130*** (0.049)	0.015 (0.163)	0.140 (0.087)
Fournisseurs	-0.176 (0.19)	-0.082 (0.065)	-0.241 (0.262)	-0.141** (0.061)	-0.13 (0.134)	-0.046 (0.082)
Clients	-0.025 (0.183)	0.092 (0.063)	0.039 (0.266)	0.165*** (0.056)	0.156 (0.144)	0.117* (0.061)
Concurrents	0.014 (0.224)	-0.020 (0.072)	0.036 (0.295)	0.024 (0.072)	-0.118 (0.147)	0.205*** (0.072)
Universités	-0.254 (0.26)	0.147 (0.100)	-0.355 (0.562)	0.236*** (0.082)	0.225* (0.136)	0.248 (0.152)
Exhibitions	0.234 (0.19)	0.185*** (0.064)	-0.377 (0.286)	0.009 (0.067)	-0.091 (0.136)	0.067 (0.101)
Coopération nationale	-0.3 (0.383)	0.236*** (0.076)	0.482 (0.316)	0.088 (0.056)	0.296 (0.279)	0.070 (0.078)
Coopération internationale	0.955** (0.419)	0.141 (0.112)	0.574 (0.366)	0.106 (0.067)	0.551*** (0.145)	0.428*** (0.081)
Aide publique	-0.588 (0.374)	0.530*** (0.087)	1.148 (0.733)	0.507*** (0.057)	0.214 (0.222)	0.398*** (0.084)
Groupe domestique	-0.033 (0.21)	0.275*** (0.103)	0.5 (0.316)	0.105* (0.056)	0.004 (0.167)	0.197** (0.085)
Groupe étranger	0.063 (0.211)	0.607*** (0.112)	0.265 (0.343)	-0.1 (0.069)	0.093 (0.185)	0.244** (0.101)
Constante	4.171*** (0.584)	4.350*** (0.175)	-2.555*** (0.648)	6.170*** (0.118)	8.109*** (0.32)	-1.308*** (0.152)
N	1 308	9 452	1 515	3 559	925	4 611
Censurées	927	7 058	1 241	1 258	419	2 555
Max de vraisemblance	-1395.1	-8.919.9	-1196.2	-5529.6	-1411.9	-5787.1
chi2	74	473.2	73.2	524.2	291.1	736.4
rho	0.416	0.354	0.426	0.361	0.023	0.287
Test de Wald	0.144	0.000	0.015	0.000	0.873	0.000

Notes :

$p < 0.01$ (***), $p < 0.05$ (**), $p < 0.1$ (*).

Les coefficients expriment les effets marginaux et, entre parenthèses, les écarts types.

12 variables sectorielles ont été incluses dans l'estimation.

Plus intéressante encore est la différence entre les pays européens et latino-américains à propos de l'influence des universités et autres organismes publics de recherche sur l'intensité des dépenses R & D. Pour les firmes européennes, ces institutions sont des sources de connaissances qui poussent les firmes à être plus intenses en R & D ; pour les firmes d'Amérique latine, cet effet de capacité d'absorption (à la Cohen et Levinthal, 1989) n'est cependant pas détecté.

Deux interprétations de ces résultats sont naturellement possibles : soit les pays d'Amérique latine ne produisent généralement pas assez de connaissances académiques de qualité (problème d'offre), soit les entreprises domestiques n'investissent pas assez en R & D pour être à même d'absorber de telles connaissances (problème de demande).

En France, au Brésil et en Espagne, les politiques publiques concernent les firmes plus intensives en R & D, pourtant le lien entre politiques S & T et l'intensité R & D des firmes n'est pas trouvé pour la Suisse, l'Argentine ou le Mexique. Comme mentionné dans la section précédente, dans ces trois pays la proportion des entreprises soutenues par le financement public est très faible et pose le problème de qualité des rares données récoltées dans ces pays.

La coopération renforce l'intensité R & D lorsqu'elle est établie avec des partenaires internationaux. C'est le cas pour les firmes argentines (95 %), suisses (55 %) et françaises (43 %) ¹⁴. Les firmes brésiliennes sont les seules à montrer un impact équivalent pour la coopération avec des partenaires domestiques (24 %). Les firmes mexicaines et espagnoles ne révèlent cependant aucun lien entre coopération – quel que soit le type – et intensité des dépenses R & D.

En France et au Brésil, les groupes nationaux dépensent plus en R & D que les firmes domestiques. Dans ces pays, les groupes étrangers ont un rôle encore plus élevé. En Espagne, seuls les groupes nationaux manifestent des efforts R & D plus élevés. Ces groupes – qu'ils soient espagnols ou étrangers – sont d'ailleurs des sources importantes d'information pour des filiales encore plus intenses en R & D (+ 13 %). En Suisse, en Argentine et au Mexique, les firmes intenses en R & D sont beaucoup plus dispersées au regard de la structure du capital.

Production des connaissances

Les déterminants de la production des connaissances – mesurée comme innovation de produit ou de procédé – sont détaillés dans le tableau 6. L'intensité des dépenses R & D est confirmée comme étant un facteur très important pour la réalisation des projets d'innovation. Les élasticités varient toutefois considérablement selon les pays étudiés. Les firmes argentines (16 % et 13 %, respectivement pour les innovations de produit et de procédé) et les mexicaines (32 % et 22 %) apparaissent comme les moins élastiques. Les firmes espagnoles (39 % et 32 %) et suisses (41 % et 36 %) ont une élasticité moyenne alors que les firmes brésiliennes (42 % et 78 %) et françaises (75 % et 50 %) sont celles pour lesquelles le meilleur rendement des investissements en R & D est trouvé.

Dans les six pays, les différentes sources d'information ont de fortes influences sur la probabilité d'innover. En Europe, tout comme en Amérique latine, l'information issue des clients et fournisseurs est déterminante pour les résultats d'innovation. En général, les clients ont plus d'influence sur l'innovation de produit et les fournisseurs sur l'innovation de procédé. Ce résultat est confirmé par l'influence des foires et expositions qui influencent fortement les innovations, surtout celles de procédé.

Les résultats montrent l'absence d'une influence directe des organismes de recherche publics et privés à but non lucratif sur l'innovation des firmes européennes, même si un signe négatif est retrouvé pour les firmes françaises. Alors que les organismes publics de recherche n'ont pas été trouvés précédemment comme moteurs des investissements de R & D des firmes brésiliennes et argentines, ils ont un impact sur les innovations de produit. Cet effet n'apparaît cependant pas pour les innovations de procédé où il peut être même négatif. Une interprétation ici est que

¹⁴ Les liens de coopération ne sont pas demandés dans le questionnaire argentin de la même manière que dans les autres questionnaires. En conséquence, le niveau des effets marginaux n'est pas vraiment comparable.

les firmes considèrent les organismes publics comme des sources de connaissance, non pas de résultats scientifiques et technologiques, mais comme des fournisseurs de main-d'œuvre qualifiée permettant de se différencier sur les marchés en innovant. Le résultat sur les procédés confirme plutôt que de nombreuses firmes poursuivent une concurrence en prix basée sur la disponibilité de nouveaux matériels ou équipements. Ces résultats sont cohérents avec l'idée avancée de firmes d'Amérique latine en retard technologiquement, basant leur production de connaissances sur des stocks de connaissances incorporées et non sur de la R & D. Ils montrent la limite du modèle CDM traditionnel pour les pays en développement mais soulignent sa robustesse en démontrant sa capacité à s'adapter pour indiquer le rôle direct des sources externes d'information et de connaissance sur l'innovation.

De manière surprenante, l'appartenance à un groupe semble plutôt avoir une influence négative sur la probabilité d'innover, même si celle-ci est non systématique. Selon nos résultats, ce sont les groupes nationaux du Mexique, du Brésil et de la France qui ont une moindre propension à innover – que ce soit en produit ou en procédé. Des résultats similaires sont trouvés pour les filiales de multinationales étrangères au Brésil, en Suisse et en France.

Confirmant les études empiriques antérieures, les grandes entreprises semblent avoir plus de chances de parvenir à innover dans les six pays étudiés, mais ce résultat est moins net pour les firmes mexicaines, espagnoles et suisses, où l'effet est cantonné aux seules innovations de procédé.

Productivité

Les élasticités de la productivité par rapport à l'investissement par employé sont d'environ 0,16 pour les firmes françaises et suisses. Ce coefficient est sensiblement plus fort qu'en Espagne (0,09), ce qui confirme les résultats déjà trouvés dans Griffith *et al.* (2006). Les résultats des firmes argentines et brésiliennes sont semblables à ceux obtenus en France et Suisse (respectivement 0,16 et 0,12). Étant donné le manque des données d'investissement, ce coefficient est indisponible pour les firmes mexicaines.

L'impact des coefficients d'innovation de produit et procédé semble assez différent entre pays en raison de problèmes de collinéarité. Afin de déterminer l'ampleur des coefficients de produits et les processus d'innovations, les deux variables sont introduites et présentées séparément dans le tableau 7, dans les colonnes (2) et (3), respectivement. L'innovation est associée à des augmentations de productivité pour tous les pays, sauf l'Argentine. Les estimations semblent plausibles et non loin de précédents résultats concernant les pays de l'UE (Griffith *et al.*, 2006). En Suisse et en France, l'ampleur de l'impact de l'innovation de produit est de 11 % et presque 8 % respectivement¹⁵. L'association est cependant plus forte en Espagne (17 %), au Brésil (25 %) et au Mexique (37 %).

L'innovation de procédé devient aussi importante lorsqu'elle est introduite seule dans les équations, sauf pour le cas suisse. Le signe est toujours positif et l'ampleur suggère un effet plus faible par rapport à l'innovation de produit dans le cas du Brésil (20 %), alors que l'ordre inverse est constaté pour la France (18 %), l'Espagne (20 %) et le Mexique (42 %). Dans le cas argentin, on ne trouve aucun impact de l'innovation sur la productivité (tableau 7). Ce dernier résultat n'est cependant pas robuste car, avec d'autres critères d'échantillonnage et une spécification économétrique plus proche de celle proposée par Griffith *et al.* (2006), il est possible de montrer que l'innovation de produit, comme celle de procédé, ont, séparément, une influence positive sur la productivité du travail.

¹⁵ Dans les équations semi-logarithmiques comme celle-ci, les coefficients des variables dichotomiques doivent être transformés pour pouvoir être interprétés correctement (Halvorsen et Palmquist, 1980), spécialement quand les coefficients s'éloignent de zéro. Par exemple, un coefficient de 0,220 doit être corrigé comme $e^{0,220} - 1 = 0,246$.

TABLEAU 6
Innovation

	Innovation de produit					
	Argentine	Brésil	Mexique	Espagne	Suisse	France
Intensité R & D (estimée)	0.157** (0.078)	0.416*** (0.030)	0.320*** (0.069)	0.387*** (0.041)	0.407*** (0.115)	0.745*** (0.051)
Groupe	0.160*** (0.052)	0.266*** (0.033)	0.140** (0.065)	0.195*** (0.019)	0.098** (0.040)	0.056 (0.041)
Fournisseurs	0.143*** (0.05)	0.113*** (0.016)	0.339*** (0.060)	0.053** (0.027)	0.264*** (0.032)	0.190*** (0.033)
Clients	0.165*** (0.040)	0.280*** (0.016)	0.339*** (0.048)	0.139*** (0.025)	0.107*** (0.035)	0.331*** (0.021)
Concurrents	0.162*** (0.051)	0.093*** (0.020)	0.168*** (0.063)	0.102*** (0.035)	0.045 (0.040)	-0.041 (0.041)
Universités	0.132* (0.075)	0.096** (0.039)	0.089 (0.097)	-0.04 (0.043)	0.006 (0.060)	-0.210*** (0.079)
Exhibitions	0.215*** (0.045)	0.062*** (0.017)	0.323*** (0.072)	0.225*** (0.028)	0.182*** (0.032)	0.137** (0.054)
Groupe domestique	-0.028 (0.048)	-0.059*** (0.019)	-0.202*** (0.037)	-0.033 (0.024)	-0.016 (0.036)	-0.068*** (0.024)
Groupe étranger	-0.034 (0.050)	-0.130*** (0.021)	-0.06 (0.038)	0.006 (0.028)	-0.087* (0.049)	-0.070** (0.030)
Taille 50-99	0.151*** (0.042)	0.006 (0.020)	0.174 (0.139)	0.018 (0.025)	0.03 (0.034)	0.106*** (0.025)
Taille 100-249	0.175*** (0.040)	0.050*** (0.019)	0.127 (0.127)	0.023 (0.026)	0.004 (0.033)	0.061** (0.026)
Taille 250-499	0.162*** (0.05)	0.083*** (0.021)	0.213 (0.138)	-0.015 (0.030)	0.097*** (0.038)	0.201*** (0.029)
Taille 500+	0.330*** (0.045)	0.027 (0.018)	0.252** (0.123)	0.100*** (0.035)	0.127*** (0.035)	0.234*** (0.029)
Constante	-2.510*** (0.826)	-6.662*** (0.396)	0.867 (0.728)	-6.820*** (0.685)	-13.652*** (4.145)	1.361*** (0.176)
N	1 308	9 452	1 515	3 559	925	4 618
R ² ajusté	0.138	0.276	0.421	0.186	0.378	0.346
Max de vraisemblance	-780.9	-4 242.4	-513.5	-1 956.4	-340.5	-2 089.5
chi2	178.3	2 205.7	394.9	645.6	231.6	1 063.0

Notes :

p<0.01 (***), p<0.05 (**), p<0.1 (*).

Les coefficients expriment les effets marginaux et, entre parenthèses, les écarts types.

12 variables sectorielles ont été incluses dans l'estimation.

Innovation de procédé						
	Argentine	Brésil	Mexique	Espagne	Suisse	France
Intensité R & D (estimée)	0.134* (0.077)	0.779*** (0.046)	0.222*** (0.052)	0.324*** (0.040)	0.359*** (0.102)	0.500*** (0.033)
Groupe	0.121** (0.054)	0.217*** (0.035)	0.135** (0.055)	0.202*** (0.018)	0.108** (0.050)	0.054* (0.029)
Fournisseurs	0.135*** (0.049)	0.470*** (0.015)	0.341*** (0.056)	0.265*** (0.021)	0.239*** (0.040)	0.234*** (0.031)
Clients	0.184*** (0.039)	0.095*** (0.019)	0.241*** (0.045)	0.048* (0.027)	0.063 (0.046)	0.107*** (0.021)
Concurrents	0.072 (0.052)	0.147*** (0.025)	0.068 (0.048)	0.006 (0.036)	0.175*** (0.044)	-0.093*** (0.023)
Universités	0.112 (0.073)	-0.163*** (0.038)	0.17 (0.105)	0.013 (0.040)	-0.07 (0.064)	-0.133*** (0.042)
Exhibitions	0.148*** (0.048)	0.193*** (0.020)	0.242*** (0.061)	0.151*** (0.030)	0.158*** (0.042)	0.096** (0.042)
Groupe domestique	0.062 (0.047)	-0.187*** (0.023)	-0.105*** (0.032)	-0.011 (0.023)	0.001 (0.048)	-0.071*** (0.020)
Groupe étranger	0.061 (0.049)	-0.312*** (0.023)	-0.007 (0.034)	0.037 (0.027)	-0.192*** (0.059)	-0.096*** (0.023)
Taille 50-99	0.131*** (0.041)	0.027 (0.023)	-0.03 (0.069)	0.035 (0.024)	-0.08 (0.050)	0.058** (0.024)
Taille 100-249	0.154*** (0.039)	0.076*** (0.022)	-0.009 (0.072)	0.037 (0.026)	0.043 (0.048)	0.103*** (0.024)
Taille 250-499	0.213*** (0.045)	0.140*** (0.023)	0.066 (0.082)	0.039 (0.029)	0.024 (0.070)	0.156*** (0.029)
Taille 500+	0.371*** (0.088)	0.046** (0.020)	0.07 (0.076)	0.097*** (0.035)	-0.046 (0.523)	0.207*** (0.029)
Constante	-2.089** (0.816)	-9.792*** (0.514)	0.825 (0.588)	-5.696*** (0.658)	-8.396*** (2.194)	0.722*** (0.136)
N	1 308	9 452	1 515	3 559	925	4 618
R ² ajusté	0.132	0.332	0.378	0.146	0.205	0.213
Max de vraisemblance	-784.1	-4 264.1	-517.6	-2 059.3	-496.7	-2 302.5
chi ²	186.9	1 799.0	321.4	519.2	237.0	930.7

TABLEAU 7
Productivité du travail (log)

	Argentine			Brésil			Mexique		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Intensité de l'invest. (log)	0.156*** (0.016)	0.156*** (0.016)	0.156*** (0.016)	0.122*** (0.006)	0.122*** (0.006)	0.122*** (0.006)	ND	ND	ND
Emploi qualifié	1.977*** (0.328)	1.979*** (0.328)	1.979*** (0.328)	1.946*** (0.138)	1.943*** (0.138)	1.948*** (0.138)	0.121 (0.074)	0.118 (0.074)	0.122* (0.074)
Innovation organisationnelle	0.055 (0.042)	0.053 (0.042)	0.054 (0.042)	0.052*** (0.018)	0.055*** (0.018)	0.053*** (0.018)	ND	ND	ND
Innovation de produit (estimée)	0.168 (0.600)	-0.219 (0.150)		0.040 (0.072)	0.220*** (0.038)		0.022 (0.435)	0.313*** (0.089)	
Innovation de procédé (estimée)	-0.476 (0.716)		-0.281 (0.179)	0.158*** (0.055)		0.184*** (0.029)	0.324 (0.483)	0.348***	(0.099)
Groupe domestique	0.432*** (0.087)	0.398*** (0.068)	0.418*** (0.069)	0.342*** (0.033)	0.333*** (0.033)	0.345*** (0.032)	0.399*** (0.060)	0.413*** (0.055)	0.398*** (0.056)
Groupe étranger	0.482*** (0.075)	0.447*** (0.052)	0.468*** (0.055)	0.583*** (0.033)	0.569*** (0.033)	0.587*** (0.032)	0.564*** (0.067)	0.574*** (0.064)	0.564*** (0.065)
Taille 50-99	0.073 (0.069)	0.067 (0.068)	0.072 (0.069)	0.240*** (0.031)	0.243*** (0.031)	0.239*** (0.031)	0.415*** (0.113)	0.391*** (0.109)	0.417*** (0.109)
Taille 100-249	0.047 (0.068)	0.039 (0.067)	0.045 (0.068)	0.359*** (0.030)	0.362*** (0.030)	0.359*** (0.030)	0.487*** (0.105)	0.473*** (0.103)	0.488*** (0.103)
Taille 250-499	0.089 (0.100)	0.049 (0.079)	0.075 (0.085)	0.422*** (0.032)	0.428*** (0.032)	0.423*** (0.032)	0.629*** (0.110)	0.617*** (0.108)	0.630*** (0.108)
Taille 500+	0.227* (0.127)	0.174* (0.102)	0.209* (0.112)	-0.139*** (0.030)	-0.137*** (0.030)	-0.139*** (0.030)	0.732*** (0.110)	0.713*** (0.106)	0.733*** (0.105)
Constante	9.985*** (0.174)	9.932*** (0.151)	9.965*** (0.156)	9.853*** (0.057)	9.860*** (0.057)	9.853*** (0.057)	5.367*** (0.122)	5.393*** (0.115)	5.365*** (0.115)
N	1 308	1 308	1 308	9 434	9 434	9 434	1 515	1 515	1 515
H0 :									
Industry dum.=0 (prob.)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
R ² ajusté	0.335	0.335	0.336	0.466	0.465	0.466	0.290	0.290	0.290
F	31.8	33.2	33.2	348.2	363.1	363.2	36.1	37.8	37.9

Notes :

p<0.01 (***), p<0.05 (**), p<0.1 (*).

Les coefficients expriment les effets marginaux et, entre parenthèses, les écarts types.

12 variables sectorielles et investissement nul ont été inclus dans l'estimation.

ND : non disponible.

Espagne			Suisse			France		
(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
0.090*** (0.007)	0.091*** (0.007)	0.090*** (0.007)	0.160*** -0.05	0.161*** -0.05	0.161*** -0.05	0.162*** (0.007)	0.163*** (0.007)	0.162*** (0.007)
0.056 (0.050)	0.054 (0.050)	0.056 (0.050)	0.802** -0.337	0.795** -0.341	0.795** -0.344	0.442*** (0.050)	0.447*** (0.050)	0.443*** (0.050)
0.001 (0.021)	0.004 (0.021)	0.001 (0.021)	-0.007 -0.029	-0.006 -0.028	-0.002 -0.024	-0.008 (0.019)	-0.003 (0.019)	-0.009 (0.019)
-0.042 (0.119)	0.156*** (0.054)		0.247* -0.127	0.101* -0.055		-0.202*** (0.076)	0.075** (0.034)	
0.222* (0.119)		0.184*** (0.054)	-0.192 -0.145		0.078 -0.063	0.394*** (0.097)		0.162*** (0.044)
0.263*** (0.028)	0.265*** (0.028)	0.263*** (0.028)	0.195*** -0.036	0.191*** -0.035	0.191*** -0.035	0.199*** (0.022)	0.191*** (0.022)	0.192*** (0.022)
0.461*** (0.032)	0.467*** (0.032)	0.462*** (0.031)	0.318*** -0.05	0.333*** -0.051	0.340*** -0.052	0.347*** (0.027)	0.330*** (0.026)	0.333*** (0.026)
0.108*** (0.029)	0.112*** (0.029)	0.108*** (0.029)	-0.013 -0.042	0.003 -0.042	0.013 -0.038	-0.090*** (0.025)	-0.095*** (0.025)	-0.097*** (0.025)
0.086*** (0.030)	0.089*** (0.030)	0.086*** (0.030)	0.038 -0.038	0.033 -0.038	0.034 -0.038	-0.133*** (0.026)	-0.114*** (0.026)	-0.127*** (0.026)
0.095*** (0.037)	0.106*** (0.036)	0.098*** (0.036)	0.051 -0.057	0.059 -0.056	0.072 -0.056	-0.063** (0.030)	-0.057* (0.030)	-0.069** (0.030)
0.267*** (0.045)	0.272*** (0.045)	0.267*** (0.045)	0.078 -0.063	0.097 -0.06	0.114* -0.059	0.021 (0.031)	0.050* (0.030)	0.025 (0.031)
11.086*** (0.088)	11.099*** (0.088)	11.085*** (0.088)	10.730*** -0.556	10.736*** -0.558	10.760*** -0.562	4.888*** (0.030)	4.888*** (0.030)	4.881*** (0.029)
3 559	3 559	3 559	925	925	925	4 501	4 501	4 501
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.247	0.246	0.247	0.438	0.437	0.436	0.331	0.329	0.330
51.5	53.5	53.8	40.5	42.0	41.8	108.0	111.6	112.3

L'emploi qualifié est positivement lié à la productivité du travail dans les différents pays, sauf en Espagne. L'innovation organisationnelle ne semble pas influencer positivement la productivité, sauf au Brésil.

La taille des firmes est un déterminant de la productivité de travail, surtout dans les firmes d'Amérique latine et d'Espagne, où les résultats sont plus clairs que pour la Suisse ou la France. Toutefois, ces effets de taille ont été trouvés sur d'autres pays de l'UE par Griffith *et al.* (2006) où les entreprises de plus de 1000 employés sont plus productives.

La propriété du capital a plus d'importance que l'innovation. Ces résultats sont en contradiction avec Chudnovski *et al.* (2006) ou Stoevsky (2005) : les entreprises appartenant à des groupes domestiques ou étrangers sont plus productives. Les firmes européennes appartenant à des groupes domestiques sont 20 % et 30 % plus productives que les indépendantes, alors que celles d'Amérique latine le sont entre 40 % et 50 % de plus. Les filiales des entreprises multinationales étrangères sont encore plus productives. En Europe, la différence par rapport aux firmes indépendantes oscille entre 35 % et 60 %, alors qu'en Amérique latine cette différence va de 60 % à 80 %. Comme on pouvait s'y attendre, quand les entreprises multinationales s'installent dans un pays en voie de développement, elles induisent un écart plus large de productivité entre les entreprises opérant dans cette économie.

Exportations

Les exportations sont influencées principalement par la productivité du travail et les innovations technologiques (*tableau 8*). L'élasticité des exportations par rapport à la productivité est autour de 0,15 dans les pays européens et le Brésil, mais est seulement de 0,08 pour les firmes argentines. Le lien n'est pas trouvé significatif pour les firmes mexicaines.

Les innovations de produit et procédé induisent des exportations dans tous les pays étudiés sauf pour le Mexique. Le lien est trouvé fort en Suisse et en Argentine (entre 16 % à 22 %) et plus faible en Espagne, en France et au Brésil (5 % à 12 %).

Les filiales des entreprises multinationales étrangères exportent plus que les firmes domestiques. C'est clairement le cas des filiales localisées au Brésil et en Suisse et, dans une moindre mesure, en Argentine et en France. Par contre, les filiales situées au Mexique¹⁶ et en Espagne n'ont pas un comportement exportateur distinct de celui des firmes domestiques. Dans le cas de l'Espagne et de la France, les groupes domestiques exportent autant, voire moins, que les firmes indépendantes.

■ Conclusion

Dans cet article, nous explorons les causalités R & D – innovation - productivité qui peuvent exister pour des pays en développement tels que l'Argentine, le Brésil et le Mexique. On trouve que les firmes des pays en voie de développement arrivent à absorber des connaissances de l'extérieur et à les utiliser pour construire des compétences internes qui permettront de créer des nouveaux produits et de meilleurs procédés. Ces connaissances nouvelles permettent alors aux firmes des pays en développement d'atteindre de meilleures performances économiques, aussi bien en termes de productivité du travail que d'exportation.

¹⁶ On notera ici que les « maquilas », qui sont des entreprises de sous-traitance dont la production est essentiellement destinée aux États-Unis, sont des filiales mexicaines au statut juridique particulier et ne sont pas interrogées par l'enquête.

Ces résultats sont comparés à ceux obtenus, suivant la même méthodologie, pour trois pays européens : la France, l'Espagne et la Suisse. Les résultats des six pays étudiés proposent des coefficients plausibles qui soulignent les différences entre les pays développés et les pays en voie de développement. L'une des principales conclusions est le fait qu'il existe des difficultés pour les entreprises des pays en développement à boucler des systèmes innovants où l'information et les connaissances les aident à construire leur propres capacités de production en interne. Les entreprises qui ne sont pas sur la frontière technologique se reposent plus sur les connaissances acquises et non produites en interne. Une difficulté particulière semble être le lien entre la recherche universitaire et l'industrie, même si une certaine dynamique semble prendre au Brésil où les multinationales étrangères paraissent avoir un impact positif sur l'innovation.

Nos résultats suggèrent que les modèles basées sur le CDM fournissent un cadre flexible pour explorer le lien entre innovativité et productivité dans des pays hétérogènes. Les améliorations du modèle reposeront ici sur l'amélioration des questionnaires trop centrés sur les seules entreprises innovantes et sur la disponibilité des données pour les chercheurs étrangers.

TABLEAU 8
Exportations

	Argentine			Brésil			Mexique		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Innovation de produit (estimée)	-0.342 (0.244)	0.164*** (0.055)		0.046 (0.030)	0.065*** (0.016)		0.181 (0.151)	-0.015 (0.090)	
Innovation de procédé (estimée)	0.621** (0.291)		0.223*** (0.066)	0.017 (0.023)		0.047*** (0.012)	-0.284 (0.176)		-0.115 (0.105)
Productivité du travail (estimée)	0.078*** (0.026)	0.073*** (0.026)	0.075*** (0.026)	0.140*** (0.010)	0.141*** (0.010)	0.141*** (0.010)	0.211 (0.234)	0.071 (0.218)	0.275 (0.228)
Groupe domestique	-0.05 (0.035)	-0.004 (0.028)	-0.021 (0.028)	0.018 (0.013)	0.017 (0.013)	0.021* (0.013)	-0.081 (0.097)	-0.035 (0.092)	-0.115 (0.093)
Groupe étranger	0.011 (0.035)	0.059** (0.027)	0.041 (0.028)	0.037** (0.015)	0.035** (0.014)	0.041*** (0.014)	0.054 (0.135)	0.126 (0.127)	0.012 (0.130)
Taille 50-99	0.043 (0.026)	0.051** (0.026)	0.045* (0.026)	0.015 (0.014)	0.015 (0.014)	0.015 (0.014)	0.084 (0.114)	0.162 (0.103)	0.074 (0.114)
Taille 100-249	0.032 (0.026)	0.043* (0.026)	0.035 (0.026)	0.083*** (0.014)	0.083*** (0.014)	0.082*** (0.014)	0.14 (0.128)	0.220* (0.118)	0.119 (0.126)
Taille 250-499	0.039 (0.039)	0.092*** (0.030)	0.070** (0.032)	0.103*** (0.014)	0.104*** (0.014)	0.103*** (0.014)	0.16 (0.158)	0.259* (0.146)	0.13 (0.156)
Taille 500+	-0.015 (0.051)	0.056 (0.039)	0.024 (0.043)	0.038*** (0.013)	0.038*** (0.013)	0.039*** (0.013)	0.234 (0.180)	0.353** (0.165)	0.202 (0.178)
Constante	-1.037*** (0.297)	-0.920*** (0.292)	-0.967*** (0.293)	-1.812*** (0.104)	-1.821*** (0.103)	-1.819*** (0.104)	-1.592 (1.261)	-0.858 (1.178)	-1.954 (1.226)
N	1 308	1 308	1 308	9 434	9 434	9 434	1 515	1 515	1 515
R ² ajusté	0.188	0.183	0.186	0.242	0.242	0.241	0.311	0.309	0.31
Max de vraisemblance	-377.9	-380.2	-378.9	-2 846.3	-2 846.6	-2 847.5	-465.5	-466.8	-466.2
chi ²	175.2	170.7	173.2	1 814.6	1 814.1	1 812.2	420.6	418	419.1

Notes :

$p < 0.01$ (***), $p < 0.05$ (**), $p < 0.1$ (*).

Les coefficients expriment les effets marginaux et, entre parenthèses, les écarts types.

12 variables sectorielles ont été incluses dans l'estimation.

	Espagne			Suisse			France		
(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	
0.133*** (0.048)	0.112*** (0.021)		0.236** (0.119)	0.166*** (0.049)		0.053* (0.030)	0.080*** (0.013)		
-0.024 (0.049)		0.099*** (0.021)	-0.091 (0.141)		0.164*** (0.058)	0.039 (0.038)		0.100*** (0.017)	
0.143*** (0.028)	0.141*** (0.028)	0.142*** (0.028)	0.164*** (0.058)	0.168*** (0.058)	0.183*** (0.057)	0.162*** (0.016)	0.166*** (0.015)	0.159*** (0.016)	
-0.032** (0.013)	-0.032** (0.013)	-0.032** (0.013)	0.027 (0.033)	0.024 (0.033)	0.019 (0.032)	-0.020** (0.009)	-0.022*** (0.008)	-0.018** (0.008)	
-0.01 (0.018)	-0.01 (0.018)	-0.014 (0.018)	0.095** (0.043)	0.101** (0.042)	0.108** (0.043)	0.017 (0.012)	0.014 (0.011)	0.022* (0.011)	
0.043*** (0.011)	0.043*** (0.011)	0.042*** (0.011)	0.132*** (0.037)	0.140*** (0.035)	0.156*** (0.035)	0.054*** (0.009)	0.054*** (0.009)	0.056*** (0.009)	
0.088*** (0.012)	0.087*** (0.012)	0.087*** (0.012)	0.203*** (0.034)	0.200*** (0.034)	0.199*** (0.034)	0.077*** (0.010)	0.079*** (0.009)	0.075*** (0.009)	
0.086*** (0.014)	0.085*** (0.014)	0.079*** (0.014)	0.251*** (0.047)	0.255*** (0.047)	0.269*** (0.046)	0.092*** (0.011)	0.092*** (0.011)	0.093*** (0.011)	
0.036** (0.018)	0.036** (0.018)	0.036** (0.018)	0.202*** (0.056)	0.210*** (0.055)	0.234*** (0.054)	0.097*** (0.011)	0.100*** (0.011)	0.096*** (0.011)	
-1.760*** (0.332)	-1.733*** (0.327)	-1.742*** (0.332)	-2.405*** (0.743)	-2.450*** (0.726)	-2.599*** (0.724)	-0.859*** (0.080)	-0.877*** (0.078)	-0.842*** (0.079)	
3 559	3 559	3 559	923	923	923	4 501	4 501	4 501	
0.358	0.358	0.352	0.333	0.333	0.33	1.74	1.739	1.736	
-396	-396.2	-400	-404.9	-405.1	-406.8	267.7	267.2	266.1	
442.3	442	434.4	404.8	404.4	400.9	1 258.6	1 257.6	1 255.5	

Bibliographie

Anderton B., « UK Trade Performance and the Role of Product Quality, Innovation and Hysteresis : Some Preliminary Results », *Scottish Journal of Political Economy*, 1999, 46(5), p. 570-594.

Arvanitis S., « Innovation and Labour Productivity in the Swiss Manufacturing Sector : An Analysis Based on Firm Panel Data », *Working Papers*, October 2006, n° 149.

Bartelsman E.J., Doms M., « Understanding Productivity : Lessons from Longitudinal Microdata », *Journal of Economic Literature*, Sep. 2000, vol. 38, n° 3, p. 569-594.

Basile R., « Export Behaviour of Italian Manufacturing Firms over the Nineties : the Role of Innovation », *Research Policy*, 2001, 30(8), p. 1185-1200.

Becker B., Lachenmaier S., « The Effect of Innovation on Exports : A Dynamic Panel Approach, preliminary version », 2006.

Benavente J.M., « The role of research and innovation in promoting productivity in Chile », Guest editors : Bronwyn H. Hall and Jacques Mairesse, Empirical studies of innovation in the knowledge driven economy, *Economics of innovation and New Technology*, Issue 4 & 5 June 2006, vol. 15, p. 301-315.

Benfratello L., Sembenelli A., « Foreign ownership and productivity : Is the direction of causality so obvious ? », *International Journal of Industrial Organization*, 2006, 24, p. 733-751.

Bogota M., « Standardisation of Indicators of Technological : Innovation in Latin American and Caribbean Countries », *Iberoamerican Network of Science and Technology Indicators (RICYT)*, Organisation of American States (OAS) / CYTED Program, Colciencias/OCYT, 2001.

Cassiman B., Martínez-Ros E., « Product Innovation and Exports : Evidence from Spanish Manufacturing », 2006.

Cepal, « Globalization and development. Santiago de Chile », *Cepal*, 2002.

Chudnovsky D., López A., Pupato G., « Innovation and productivity in developing countries : A study of Argentine manufacturing firms' behavior (1992-2001) », *Research Policy*, 2006, 35, p. 266-288.

Cohen W., Levinthal D., « Innovation and Learning : The Two Faces of R & D », *The Economic Journal*, septembre 1989, vol. 99, n° 397, p. 569-596.

Correa P., Dayoub M., Francisco M., « Identifying Supply-Side Constraints to Export Performance in Ecuador : An Exercise with Investment Climate Survey Data World Bank Policy », *Research Working Paper*, 2007, 4179.

Correa P., Sanchez I.G., Singh H., « Research, Innovation and Productivity : Firm », *Level Analysis for Brazil*, mimeo, 2005.

Crépon B., Duguet E., Mairesse J., « Research, Innovation and Productivity : An econometric analysis at the firm level », *Economics of Innovation and New Technology*, 1998, vol. 7, Issue 2, p. 115-158.

Crespi G., Peirano F., « Innovation surveys in Latin America : an overview of the experience in Argentina, Brazil, Chile and Uruguay », 2007.

- Defever F., « Functional fragmentation and the location of multinational firms in the enlarged Europe », *Regional Science and Urban Economics*, 2006, 36(5), p. 658-677.
- De Loecker J., « Do Exports Generate Higher Productivity ? Evidence from Slovenia », WP, *Department of Economics, Stern School of Business*, 2006.
- Del Pilar Monserrat Pérez Hernández M., Dutrénit Bielous G., Barceinas F., « Actividad Innovadora y Desempeño Económico de las Empresas Manufactureras Mexicanas », 2004, WP, 31 p.
- De Negri J.A., Esteves L., Freitas F., « Knowledge production and firm growth in Brazil », WP, *IPEA*, 2006, 21 p.
- Espinoza Peña H., « Inversión en Investigación y Desarrollo : Un Análisis de sus Efectos y Determinantes a Nivel de Empresas Manufactureras - Perú 1998 », WP, *Centro de Estudios para el Desarrollo y la Participación*, 2004, 45 p.
- Girma S.A., Gorg H.B., « Multinationals' productivity advantage : Scale or technology ? », *Economic Inquiry*, 2007, 45 (2), p. 350-362.
- Goedhuys M., Janz N., Mohnen P., « What drives productivity in Tanzanian manufacturing firms : technology or institutions ? », WP, *UNU-MERIT*, october 2006, n° 37.
- Griffith R., Huergo E., Mairesse J., Peters B., « Innovation and Productivity Across Four European Countries », *Oxford Review of Economic Policy*, 2006, 22(4), p. 483-498.
- Hall B., Mairesse J., « Empirical studies of innovation in the knowledge driven economy », *Economics of Innovation and New Technology*, 4 & 5 June 2006, vol. 15, p. 289-299.
- Halvorsen R., Palmquist R., « The Interpretation of Dummy Variables in Semilogarithmic Equations », *American Economic Review*, 1980, 70(3), p. 474-475.
- Harris R., Li Q. C., « Exporting, R & D and Absorptive Capacity in UK Establishments : Evidence from the 2001 Community Innovation Survey », not publish, 2006.
- Hegde D., « Innovation and technology trajectories in a developing country context : Evidence from a survey of Malaysian firms », Master Thesis, *Georgia Institute of Technology*, April 2004, 66 p.
- Hirsch S., Bijaoui I., « R & D Intensity and Export Performance : A Micro View », *Weltwirtschaftliches Archiv*, 1985, 121(2), p. 238-251.
- Janz N., Lööf H., Peters B., « Firm Level Innovation and Productivity - Is there a Common Story Across Countries ? », Working Paper Series in Economics and Institutions of Innovation 24, Royal Institute of Technology, CESIS - Centre of Excellence for Science and Innovation Studies, 2004.
- Jefferson G.H., Huamao B., Xiaojing G., Xiaoyun Y., « R & D Performance in Chinese Industry », Guest editors : Bronwyn H. Hall and Jacques Mairesse, Empirical studies of innovation in the knowledge driven economy, *Economics of Innovation and New Technology*, 2006, vol. 15, Issue 4 & 5, p. 345-366.
- Kemp R.G.M., Folkeringa M., de Jong J.P.J., Wubben E.F.M., « Innovation and firm performance », Research Report H200207, SCALES (Scientific Analysis of Entrepreneurship and SMEs) Zoetermeer, January 2003, 67 p.
- Kirbach M., Schmiedeberg C., « Innovation and Export Performance : Adjustment and remaining differences in East and West German manufacturing », 2006.

- Kumar N., Siddharthan N.S., « Technology, firm size and export behavior in developing countries », *Journal of Developing Studies*, 1994, 32, p. 288-309.
- Lach S., Rob R., « R & D, Investment and Industry Dynamic », *Journal of Economics and Management Strategy*, 1996, vol. 5 (2) p. 217-249.
- Lhuillery S., « Absorption for innovation or imitation ? », STRIKE (Science and Technology Research In a Knowledge-based Economy) conference, KU Leuven, Leuven. 18-20 October 2007.
- Lööf H., Heshmati A., Asplund R., Nas S.O., « Innovation and performance in manufacturing industries : A comparison of the Nordic countries », *The Icfai Journal of Management Research*, 2003, 2, p. 5-35.
- Lööf H., Heshmati A., « Knowledge Capital and Performance Heterogeneity : An Innovation Study at Firm Level », *International Journal of Production Economics*, 2002, 76(1), p. 61-85.
- Mairesse J., Mohnen P., « To Be or Not To Be Innovative : An Exercise in Measurement », *National Bureau of Economic Research*, 2001, NBER Working Papers 8644.
- Mairesse J., Mohnen P., « Accounting for Innovation and Measuring Innovativeness : An Illustrative Framework and an Application », *American Economic Review*, 2002, 92 (2), p. 226-230.
- Mohnen P., Mairesse J., Dagenais M., « Innovativity : A Comparison Across Seven European Countries », Guest editors : Bronwyn H. Hall, Mairesse J., Empirical studies of innovation in the knowledge driven economy, *Economics of innovation and New Technologies*, Issue 4 & 5 June 2006, vol. 15, p. 391-413.
- « Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data », *Oslo Manual*, 2nd Edition, OCDE, 1997.
- « Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data », *Oslo Manual*, 3rd Edition, OCDE, 2005.
- Rogers M., « Estimating the impact of R & D on productivity using the BERD ARD Data », WP, Oxford Intellectual Property Research Centre and Harris Manchester College, Oxford University, January, 2006, 37 p.
- Roper S., Love J.H., « Innovation and Export Performance : Evidence from the UK and German Manufacturing Plants », *Research Policy*, 2002, 31(7), p. 1087-1102.
- Sadowski B.M., Sadowski-Rasters G., « On the innovativeness of foreign affiliates : Evidence from companies in The Netherlands », *Research Policy*, 2006, 35(3), p. 447-462.
- Sterlacchini A., « Do Innovative Activities Matter to Small Firms in Non-R & D-Intensive Industries ? An Application ». *Research Policy*, 1999, 28(8), p. 819-832.
- Stoevsky G., « Innovation and Business Performance of Bulgarian Companies (structural econometric analysis at firm level) », WP, Economic Research and Projections Directorate, *Bulgarian National Bank*, 2005, 42 p.
- UNCTAD, « Global Investment Prospects Assessment (GIPA) ». Washington, D.C., *UNCTAD*, 2005.
- UNESCO, « Strong foundations : Early childhood care and Education », EFA Global Monitoring Reports, *UNESCO*, Paris, 2006.
- Van Leeuwen G., Klomp L., « On the contribution of innovation to multi-factor productivity growth », *Economics of Innovation and New Technology*, Issue 4 & 5 June 2002, vol. 15, p. 367-390.
- Wakelin K., « Innovation and export behaviour at the firm level », *Research Policy*, 1998, 26(7-8), p. 829-841.

■ Source des données

Le tableau A.1 synthétise les similarités et différences entre les six sources de données.

TABLEAU A.1
Les enquêtes européennes et latino-américaines utilisées

	Firmes					
	Pays latino-américains			Pays européens		
	Argentine	Brésil	Mexique	France	Suisse	Espagne
Enquête	LAIS	LAIS	LAIS	CIS3	CIS3	CIS4
Période d'enquête	1998-2001	1998-2000	1999-2000	1998-2000	1998-2001	2002-2004
Échantillon	2 229	11 000	2 500	5 500	3 791	8 800
Obligatoire	oui	oui	oui	oui	non	oui
Taux de réponse	76%	93.5%	68.5%	86%	44.6%	82%
Nombre de répondants (toutes industries)	1 688	10 328	1 713	4 730	1 691	7 283
Échantillon final	1 308	9 452	1 515	4 618	925	3 559
Variables compatibles sur l'innovation^(a) :						
Activités de R & D : décision, dépenses	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Sources internes au groupe	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Sources externes d'information	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Foires, expositions	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Financements publics nationaux et internationaux	oui	seult national	oui	oui	oui	oui
Coopération de R & D ou pour innover	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Conditions d'appropriation	non	non	non	oui	agrégé	oui
Résultats de l'innovation :						
produits, procédés, CA innovant	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Innovation organisationnelle	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Autres variables compatibles^(a) :						
Ventes	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Exportations	oui	oui	oui	oui	oui	oui
VA	non	oui ^(b)	non	oui ^(b)	oui	non
Nombre d'employés	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Ouvriers qualifiés	oui	oui	oui	non ^(b)	oui	oui
Investissements	oui	oui	non	oui	Approximé	oui
Stock de capital	non	oui ^(b)	non	oui ^(b)	non	non
NACE à deux chiffres	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Principal marché	oui	oui	non	oui	oui	oui
Nationalité du capital	oui	oui	oui	oui	oui	oui

Notes :

(a) Cette liste n'est pas exhaustive et il existe d'autres variables compatibles.

(b) Non disponible dans l'enquête innovation et obtenu ou approximé à partir d'une autre source.

De la qualité à l'innovation : éléments tirés de deux enquêtes auprès des entreprises françaises

Sanja Pekovic¹⁻²⁻⁵

Fabrice Galia³⁻⁴⁻⁵⁻⁶

Résumé

Dans cet article, nous examinons l'impact des systèmes qualité sur la performance d'innovation en utilisant la méthode de l'appariement sur le score de propension. Nous nous appuyons sur deux enquêtes françaises, l'une intitulée « Changements organisationnels et informatisation » (COI 1997) et l'autre « Enquête communautaire sur l'innovation » (CIS3-1998-2000). La première hypothèse, selon laquelle la qualité (certification ISO 9000) influe positivement sur l'innovation, se confirme pour certains aspects de la performance d'innovation. La seconde hypothèse indique, en outre, que des niveaux de qualité différents améliorent diversement la performance d'innovation. Les résultats montrent que, pour certains domaines d'innovation, la performance d'innovation des entreprises ayant un très haut niveau de qualité est plus élevée que celle des entreprises ayant un niveau de qualité moyen, laquelle est à son tour plus élevée que celle des entreprises ayant un faible niveau de qualité. Nous avons cependant constaté que la différence de performance d'innovation entre les entreprises ayant un niveau de qualité moyen et celles ayant un faible niveau de qualité n'est pas significative. Cette étude suggère donc que, pour améliorer significativement ses performances d'innovation, une entreprise doit posséder un système qualité solidement établi.

¹ Université de Paris-Est, Marne-la-Vallée (OEP), Cité Descartes, 5 boulevard Descartes, Champs sur Marne, 77454 Marne-la-Vallée Cedex 2, France

² Centre d'Études de l'Emploi « Le Descartes I », 29, Promenade Michel Simon, 93166 Noisy-Le-Grand Cedex, France

³ ESC Dijon Bourgogne, CEREN (Centre de recherche sur les Entreprises), Département Management, 29, rue Sambin, BP 50608, 21006 Dijon, France

⁴ ERMES-UMR 7181-CNRS, Université Panthéon-Assas Paris II, 12, place du Panthéon, 75230 Paris Cedex 05, France

⁵ TEPP – Travail, Emploi et Politiques Publiques – FR 3126, France

⁶ Auteur correspondant : ESC Dijon Bourgogne, CEREN, Département management, 29, rue Sambin, BP 50608, 21006 Dijon, France. Tél. : +33 380 725 940 ; Fax. : +33 380 725 999. Courriels : sanja.pekovic@cee-recherche.fr (S. Pekovic), fabrice.galia@escdijon.eu (F. Galia).

■ Introduction

Les évolutions technologiques de ces dix dernières années ont considérablement modifié les caractéristiques du monde de l'entreprise. Le renforcement important de la concurrence sur le marché a accéléré l'internationalisation des entreprises et fait évoluer les exigences professionnelles. De nombreuses entreprises ont répondu à ces évolutions en recourant à des stratégies fondées sur la qualité (Foley *et al.*, 1997), susceptibles de leur permettre de réaliser des progrès significatifs en termes de rentabilité, de productivité et de compétitivité (Deming, 1986). Parallèlement à cette orientation vers la qualité, les entreprises ont également dû innover davantage (Encaoua *et al.*, 2000 ; Kleinknecht, Mohnen, 2002). Dans de nombreuses organisations, les obstacles à l'innovation sont difficiles à surmonter sans la mise en œuvre de pratiques de gestion de la qualité. Dans ce sens, la qualité peut, par ses aspects humains et techniques, favoriser la mise en place d'un environnement et d'une culture favorables à l'innovation. Plus précisément, des aspects de la qualité tels que l'orientation client, la formation du personnel et le travail en équipe sont de nature à favoriser l'innovation. En outre, il existe de nombreux points communs entre les pratiques de gestion de la qualité et la performance d'innovation (Prajogo, Sohal, 2001). Ce lien entre qualité et innovation souligne le fait que les objectifs de l'innovation devraient s'aligner sur les objectifs de la qualité.

La littérature présente des arguments contradictoires concernant l'impact de la qualité sur l'innovation. Une première série d'arguments défend l'existence d'un lien positif entre qualité et innovation, affirmant que les entreprises qui mettent en œuvre des systèmes qualité améliorent aussi leur performance d'innovation (Prajogo et Sohal, 2004 ; Abrunhosa, Moura E Sà, 2008 ; Prajogo, Hong, 2008). Une autre série d'arguments soutient à l'opposé que la qualité empêche les entreprises d'innover, celle-ci possédant certaines caractéristiques intrinsèques qui sont incompatibles avec les objectifs de l'innovation (Kanter, 1983 ; Flynn, 1994 ; Glynn, 1996). D'après ces travaux, nous pouvons conclure que l'impact de la qualité sur l'innovation dépend à la fois du type de système qualité et du type d'innovation considérés. À ce jour, les études menées se sont essentiellement concentrées sur le système du management total de la qualité (TQM) ou sur la qualité en général au niveau de l'entreprise, un petit nombre d'études seulement s'intéressant à la certification ISO 9000 comme référentiel qualité. De fait, à notre connaissance, aucune étude n'a examiné à ce jour l'ensemble des connexions au sens large existant entre une entreprise et son environnement externe dans le cadre de l'étude du rapport entre qualité et innovation. En outre, il convient de distinguer plusieurs dimensions dans l'innovation (produit, procédé, radicale, progressive, technologique, non technologique). Cependant, de nombreuses études ne précisent pas quelles dimensions de l'innovation elles examinent lors de l'analyse de l'impact de la qualité (Singh, Smith, 2004).

La question centrale posée dans cet article est la suivante : la qualité exerce-t-elle un impact positif sur l'innovation ? La présente étude contribue en outre à améliorer la compréhension du rapport entre qualité et innovation de trois manières différentes. Premièrement, contrairement aux études menées précédemment, nous examinons trois niveaux de qualité différents, fondés soit sur la certification ISO 9000, soit sur des systèmes complémentaires à l'ISO 9000, et nous nous intéressons également à l'ensemble des liens entre l'entreprise et son environnement externe. Deuxièmement, nous opérons une distinction entre neuf indicateurs de performance d'innovation. Enfin, nous corrigeons le biais de sélection en appliquant la méthode de l'appariement sur le score de propension (PS-matching).

Cet article est structuré comme suit : nous examinerons d'abord la littérature existante sur la certification ISO 9000, la performance d'innovation et l'impact de la qualité sur l'innovation. Puis nous présenterons les données, les hypothèses, les méthodes économétriques utilisées et les principaux résultats. La fin de cet article est consacrée aux conclusions, aux implications stratégiques, ainsi qu'aux limites de la présente étude et aux futures pistes de recherches.

■ État de la littérature

Certification ISO 9000 et performance d'innovation : définitions et principes fondamentaux

Avant de passer en revue la littérature consacrée à l'impact de la qualité sur l'innovation, nous allons proposer une définition des termes « qualité » et « innovation ». Dans la présente étude, nous nous concentrerons sur la certification ISO 9000 comme référentiel de base du niveau de qualité.

Les normes de la série ISO 9000 ont été créées pour faciliter la compréhension mutuelle des exigences des différents systèmes de gestion de la qualité dans les échanges nationaux et internationaux. La notion de norme générique attachée à la certification ISO 9000 implique que les mêmes normes peuvent s'appliquer à n'importe quelle organisation, quelle que soit sa taille, sa gamme de produits et le secteur économique dans lequel elle opère. Les sociétés qui adoptent les normes ISO 9000 ont l'assurance que leurs programmes qualité s'appuient sur des pratiques en matière de qualité modernes et solidement établies (ISO, 2004).

La certification ISO 9000 est une démarche volontaire ; elle est délivrée par divers organismes de certification appelés organismes d'enregistrement, qui incluent des laboratoires publics, des organismes d'essais privés, des entreprises ayant adopté les normes ISO de longue date, des organisations professionnelles et des cabinets d'audit (Anderson *et al.*, 1999). La certification nécessite un examen détaillé et une documentation des processus de production de l'entreprise, conformément aux exigences du système qualité spécifiées par ISO. Ces exigences ne se focalisent pas sur la qualité d'un produit/service, mais sur la qualité des processus associés, en englobant l'ensemble des relations auxquelles l'entreprise est partie.

Le système ISO 9000 s'appuie principalement sur des pratiques de gestion qui visent à intégrer les questions de qualité à la gestion quotidienne des organisations. En réalité, ces pratiques découlent des principes de gestion classiques, notamment du modèle « planifier, organiser, diriger et contrôler » enseigné aujourd'hui dans la plupart des manuels d'introduction au management (Boiral, 2003).

TABLEAU 1
Principes de la série de normes ISO 9000

Principe	Description
Orientation client	Les organismes dépendent de leurs clients, il convient donc qu'ils en comprennent les besoins présents et futurs, qu'ils satisfassent leurs exigences et qu'ils s'efforcent d'aller au-devant de leurs attentes.
<i>Leadership</i>	Les dirigeants établissent la finalité et les orientations de l'organisme. Il convient qu'ils créent et maintiennent un environnement interne dans lequel les personnes peuvent pleinement s'impliquer dans la réalisation des objectifs de l'organisme.
Implication du personnel	Les personnes à tous niveaux sont l'essence même d'un organisme et une totale implication de leur part permet d'utiliser leurs aptitudes au profit de l'organisme.
Approche processus	Un résultat escompté est atteint de façon plus efficiente lorsque les ressources et les activités afférentes sont gérées comme un processus.
Management par approche système	Identifier, comprendre et gérer des processus corrélés comme un système contribue à l'efficacité et l'efficience de l'organisme à atteindre ses objectifs.
Amélioration continue	Il convient que l'amélioration continue de la performance globale d'un organisme soit un objectif permanent de l'organisme.
Approche factuelle pour la prise de décision	Les décisions efficaces se fondent sur l'analyse de données et d'informations.

Source : Kartha (2004) ; site internet de l'ISO.

La norme ISO 9000 s'appuie sur huit principes qui définissent les valeurs et concepts fondamentaux de la gestion de la qualité (Kartha, 2004) (*tableau 1*).

La mise en œuvre de la norme ISO 9000 implique un processus de changement organisationnel influencé par les décisions stratégiques au niveau de l'organisation dans son ensemble et entraîne des évolutions dans les comportements de base et la pratique quotidienne des salariés. En interne, la certification ISO est censée apporter plusieurs avantages : une influence positive sur les salariés de l'entreprise à différents égards, à savoir des améliorations significatives en termes d'implication, de qualification et de polyvalence des salariés, un meilleur *leadership*, un meilleur accès aux outils, des réunions régulières, une amélioration des connaissances, une meilleure prise en compte des problèmes par les salariés et un esprit d'équipe renforcé.

L'examen de la littérature existante montre que la certification ISO 9000 peut, d'une manière générale, présenter des avantages concurrentiels pour une entreprise. Douglas *et al.* (2003) affirment que la certification ISO 9000 entraîne une amélioration de la qualité. Anderson *et al.* (1999) constatent que les exportations vers l'Europe et d'autres régions du monde augmentent la probabilité que les entreprises américaines recherchent la certification ISO 9000. Terlaak et King (2006) observent une hausse du chiffre d'affaires cohérente avec les modèles de signal qui contribuent à l'adoption de l'ISO 9000. Terziowski *et al.* (2003) considèrent que la certification ISO 9000 a un impact positif sur les résultats de l'entreprise. Corbett *et al.* (2005) suggèrent que la certification ISO 9000 entraîne une amélioration significative des résultats financiers. Diaye *et al.* (2009) montrent que la certification ISO 9000 accroît la productivité de l'entreprise.

Malgré ces exemples de réussite, la certification ISO 9000 présente aussi quelques inconvénients mineurs. Certains qualifient sa mise en œuvre de coûteuse et chronophage, ce qui peut décourager certaines entreprises, surtout les plus petites.

Il existe plusieurs définitions du terme « innovation ». Joseph Schumpeter est souvent considéré comme le premier économiste ayant attiré l'attention sur l'importance de l'innovation. Schumpeter (1934) définissait l'innovation comme « la fabrication d'un bien nouveau (...), l'introduction d'une méthode de production nouvelle (...), l'ouverture d'un débouché nouveau (...), la conquête d'une source nouvelle de matières premières (...) et la réalisation d'une nouvelle organisation dans un quelconque secteur ». De plus, l'OCDE (1996) définit l'innovation comme « la mise en œuvre de nouvelles idées qui créent de la valeur », ce qui fait référence aux différents types d'innovation, tels que le développement de produits, la mise en œuvre de nouveaux procédés techniques et les nouvelles pratiques de gestion.

L'examen de la littérature existante montre que la mesure de l'innovation peut se révéler difficile, étant donné la palette très étendue des activités d'innovation. Cependant, l'une des méthodes pouvant permettre d'évaluer l'innovation consiste à opérer une distinction entre les intrants et les extrants d'une activité d'innovation (Rogers, 1998). Généralement, le principal extrant d'une activité d'innovation est la réussite de l'entreprise, qui peut être définie comme ses bénéfices, ses parts de marché, sa productivité, etc. La littérature définit également d'autres méthodes de mesure des extrants de l'innovation : le nombre de nouveaux produits améliorés ou de nouveaux procédés mis en œuvre, le pourcentage du chiffre d'affaires découlant des produits ou procédés nouveaux ou améliorés, les résultats en matière de propriété intellectuelle tels que le nombre de brevets, de marchés commerciaux, de dessins, etc. Concernant les intrants des activités d'innovation, le Manuel d'Oslo (2005) considère que la R & D représente l'indicateur d'intrant de base (OCDE, 2005). Le Manuel de Frascati, publié par l'OCDE (1993), définit la R & D comme suit : « La recherche et le développement expérimental (R & D) englobent les travaux de création entrepris de façon systématique en vue d'accroître la somme de connaissances, y compris la connaissance de l'homme, de la culture et de la société, ainsi que l'utilisation de cette somme de connaissances pour concevoir de nouvelles applications ».

Les entreprises peuvent s'engager sur la voie de l'innovation pour de multiples raisons. Leurs objectifs peuvent porter sur les produits, les marchés, l'efficacité, la qualité ou la capacité à apprendre et à mettre en œuvre le changement. L'identification de la nature et de l'importance des raisons qui poussent les entreprises à innover aide à comprendre les forces qui sous-tendent les activités d'innovation (OCDE, 2005). Ainsi, de nombreuses études ont été consacrées aux déterminants de l'innovation et de la recherche et développement. Les facteurs les plus fréquemment étudiés sont la taille et le type d'entreprise, les secteurs d'activités, l'appartenance de l'entreprise à un groupe, les opportunités technologiques, les parts de marché, les sources d'informations, le degré de concurrence et la capacité à s'approprier les bénéfices de l'innovation (Crépon *et al.*, 1998 ; Encaoua *et al.*, 2000 ; Kleinknecht et Mohnen, 2002). La littérature distingue ensuite trois aspects favorisant l'innovation : les conditions factorielles (ressources humaines, infrastructures de recherches de base, infrastructures d'informations, et offre de capital-risque), l'environnement de soutien (concurrence, incitations à innover, présence de grappes, fournisseurs locaux) et les conditions de la demande (clients techniquement sophistiqués, besoins anticipés). Cependant, l'approche qui consiste à étudier de manière empirique la relation entre les systèmes de gestion de la qualité et les différents indicateurs d'innovation a été largement délaissée.

Il convient de rappeler que les activités d'innovation peuvent aussi être freinées par un certain nombre de facteurs, tels que des coûts élevés ou l'absence de demande, des facteurs spécifiques à l'entreprise, comme le manque de main-d'œuvre qualifiée ou de connaissances, et des facteurs juridiques, tels que la réglementation ou la législation fiscale (Galina et Legros, 2004 ; OCDE, 2005).

L'impact des systèmes qualité sur la performance d'innovation

Comme nous l'avons évoqué plus haut, les études se sont généralement concentrées sur l'analyse de l'impact du système de management total de la qualité (TQM) ou de la qualité en général sur la performance d'innovation. Dans la présente étude, du fait d'un accès limité aux données, nous nous intéressons uniquement à la certification ISO 9000 comme référence en matière de gestion de la qualité.

L'utilisation de la certification ISO 9000 comme référence en lieu et place du TQM présente de plus certains avantages (Benner et Tushman, 2002). Le programme ISO 9000 met l'accent sur la mise en place par les organisations de processus stables et cohérents grâce à la documentation et au respect des procédures, pour permettre la fourniture de produits ou de services de qualité. Par ailleurs, les programmes de TQM comportent de nombreux éléments dont la définition diverge selon les chercheurs ; ainsi, par rapport à la certification ISO 9000, il est plus difficile de cerner les pratiques adoptées par les organisations, et plus particulièrement de savoir si les pratiques adoptées impliquent ou non la cartographie, l'amélioration et le respect des procédures.

Toutefois, l'examen de la littérature existante se concentre principalement sur la manière dont le TQM ou la qualité en général influent sur la performance d'innovation, ce qui nous permettra de mieux appréhender la relation entre la certification ISO 9000 et la performance d'innovation.

L'examen de la littérature montre qu'il existe des arguments contradictoires concernant l'impact des systèmes qualité sur la performance d'innovation. Les arguments en faveur d'un impact positif de la qualité sur la performance d'innovation pourraient invoquer les similitudes existant entre les déterminants de la qualité et de l'innovation, en particulier les déterminants internes (pour un examen de la littérature sur le sujet, voir Perdomo-Ortiz *et al.*, 2006). En effet, Perdomo-Ortiz *et al.* (2006) concluent que, si toutes les dimensions du TQM sont bien liées à la capacité d'innovation de l'entreprise, trois d'entre elles se distinguent nettement : la gestion des

procédures, la conception des produits et la gestion des ressources humaines. Les arguments favorables à l'existence d'une relation positive entre gestion de la qualité et innovation suggèrent que les entreprises, qui intègrent les questions de qualité à leur fonctionnement et à leur culture, créent ainsi un environnement propice à l'innovation, puisque la qualité incarne des principes compatibles avec l'innovation (Mahesh, 1993 ; Roffe, 1999). Comme l'a remarqué Zairi (1994), le TQM « a donné aux organisations l'impulsion et l'engagement nécessaires pour établir un climat d'innovation permanente ou un esprit d'innovation ». Prajogo et Sohal (2004) ont analysé les effets du TQM sur l'innovation de produit et conclu que deux dimensions du TQM, à savoir le *leadership* et la gestion des ressources humaines, exercent une influence significative à cet égard. En évaluant les pratiques de TQM à l'aide des six critères du *Malcolm Baldrige National Quality Award* (*leadership*, planification stratégique, orientation client, information et analyse, gestion des ressources humaines et gestion des procédures), Prajogo et Hong (2008) montrent que le TQM influe de manière significative sur les performances de R & D. Les résultats empiriques de Santos-Vijande et Alvarez-Gonzalez (2007) confirment que le TQM influence fortement l'innovation technique et administrative, quelles que soient les turbulences du marché sur lequel l'entreprise opère. Les auteurs affirment que la mise en œuvre du TQM, au travers de sa dimension de gestion des ressources humaines, contribue activement à faire jouer aux salariés un véritable rôle dans la gestion de l'organisation, susceptible d'influer sur les croyances et les valeurs fondamentales de l'entreprise en matière de performance d'innovation.

Hoang *et al.* (2006) concluent d'ailleurs que les pratiques de TQM soutiennent de manière générale les performances de l'entreprise en matière d'innovation. Leurs conclusions laissent entendre que le TQM exerce une influence positive significative sur le degré de nouveauté et particulièrement sur le nombre de nouveaux produits et services commercialisés. Dans leurs conclusions, les auteurs montrent que trois concepts, à savoir le *leadership* et la gestion des ressources humaines (y compris l'engagement des cadres supérieurs, l'implication des salariés et leur responsabilisation), la gestion des procédures et la direction stratégique (y compris la gestion des procédures, le système d'information et d'analyse et la direction stratégique) et une organisation ouverte, exercent une influence positive sur la performance d'innovation des entreprises vietnamiennes. Cependant, les conclusions suggèrent aussi que, si l'enseignement et la formation exercent également une influence positive sur le nombre de nouveaux produits et services, ils sont en revanche corrélés négativement au degré de nouveauté. En outre, les auteurs n'ont pas trouvé d'éléments venant corroborer l'influence de l'orientation client (en tant que dimension importante du TQM) sur la performance de l'entreprise en matière d'innovation de produit et de service.

De même, une étude d'Abrunhosa et Moura E Sà (2008) sur des fabricants de chaussures portugais constate que les principes du TQM, tels que la communication, le management de soutien et le travail en équipe, sont positivement corrélés avec l'adoption d'innovations technologiques. D'un autre côté, ils concluent que tous les principes de TQM n'améliorent pas la performance d'innovation (autonomie et consultation). Dans le même esprit, Benner et Tushman (2002) montrent que la certification ISO 9000, par l'uniformisation des procédures de routine des organisations qu'elle implique, influe sur la sélection des innovations. Dans le secteur de la peinture et de la photographie, ils observent que le développement des activités de gestion des procédures dans une entreprise est associé à la fois à l'augmentation des innovations d'exploitation qui s'appuient sur les connaissances existant au sein de l'entreprise et à l'augmentation de la part de ce type d'innovation dans le nombre total d'innovations. Comme l'indiquent les auteurs, l'exploration et l'exploitation ont été identifiées comme des modes de recherche fondamentalement différents. Tandis que l'exploitation implique des améliorations des structures et des composants existants en s'appuyant sur la trajectoire technologique déjà en place, l'innovation exploratoire implique un changement de trajectoire technologique.

Par opposition aux arguments ci-dessus, plusieurs auteurs rejettent l'existence d'un impact positif des systèmes de gestion de la qualité sur l'innovation, au motif que ceux-ci possèdent

des caractéristiques susceptibles de freiner l'innovation. Si la normalisation est nécessaire pour des questions de conformité et de réduction des erreurs, elle peut s'accompagner d'une certaine rigidité pour ce qui concerne l'innovation (Kanter, 1983 ; Glynn, 1996). De plus, la normalisation peut déboucher sur une « désambiguïsation » de la conception des tâches, ce qui dessert l'innovation. Elle se traduit en outre par une moindre souplesse et une moindre ouverture au changement, du fait de la tendance qu'elle induit à reproduire un même comportement (Prajogo, Sohal, 2004). La méthode de résolution des problèmes préconisée par le TQM met l'accent sur l'utilisation des données : en effet, l'une des expressions les plus connues de la littérature sur le TQM est le « management par les faits ». Cette expression met clairement en avant la notion de pensée rationnelle soutenue par un ensemble de données, d'outils et de techniques. Dans ce sens, Glynn (1996) suggère que, lorsqu'un problème familier se présente, l'expérience passée peut amener à opter directement pour la solution précédemment adoptée, comme c'est le cas dans la résolution automatisée des problèmes. Ainsi, si des agents étaient seulement autorisés à traiter des problèmes de routine, il serait peu probable qu'ils inventent des solutions innovantes. En outre, Flynn (1994) affirme qu'une innovation rapide de produit et une amélioration rapide de la qualité ne peuvent s'accomplir simultanément. Cela implique que, dans certaines situations (lorsque les conditions du secteur et du marché sont prises en considération), les entreprises doivent donner la priorité à la qualité au détriment de l'innovation, ou inversement. Par ailleurs, les résultats présentés par Singh et Smith (2004) montrent que nous manquons de données statistiques pour conclure que le TQM est corrélé à l'innovation. Dans leur étude, les auteurs soulignent que le modèle présenté traduit une relation linéaire assez simpliste entre les concepts du TQM et l'innovation. Ils concluent en affirmant que les liens entre le TQM et l'innovation sont en fait beaucoup plus complexes.

Notre hypothèse est la suivante : comme l'innovation résulte de la combinaison de différentes activités, telles que la recherche et développement, le développement de procédés, la conception, la commercialisation, la restructuration organisationnelle, la gestion des ressources et le développement des compétences, il est probable qu'elle soit favorisée par des systèmes qualité, tels la certification ISO 9000, qui renforcent les possibilités d'obtenir de telles combinaisons.

■ Analyse empirique

Base de données

La présente étude s'appuie sur deux enquêtes transversales françaises, « Changement organisationnel et informatisation (COI) 1997 » et « Enquête communautaire sur l'innovation CIS3 1998-2000 ».

L'enquête COI est un dispositif d'enquêtes couplées entreprises/salariés sur les changements organisationnels et l'informatisation. Elle a été menée par des chercheurs et des statisticiens de l'Insee, de la Direction de l'animation de la recherche, des études et des statistiques (DARES) et du Centre d'étude de l'emploi (CEE). Cette collaboration a permis de réunir une grande quantité de connaissances et d'expertise et, ainsi, de rassembler à la fois des enquêtes concernant différentes entreprises et des enquêtes concernant les salariés (main-d'œuvre). L'enquête COI porte sur l'industrie manufacturière, l'industrie agroalimentaire, certaines branches de l'industrie de service (par exemple, la comptabilité) et certaines branches de l'industrie commerciale. Elle décrit les pratiques en matière d'organisation du travail en place en 1997 et les changements qui sont intervenus depuis 1994. Les entreprises ont été interrogées sur les objectifs économiques des changements organisationnels et sur le contexte économique dans lequel ces décisions ont été prises. L'enquête COI a été utilisée récemment par plusieurs chercheurs, notamment Acemoglu *et al.* (2007), et dans un numéro spécial de la *Revue économique* dirigée par Greenan et Mairesse (2006).

L'enquête CIS3, menée par le Service des études et des statistiques industrielles (Sessi) du ministère de l'Économie, de l'Industrie et de l'Emploi, pendant la période 1998-2000, s'appuie sur le Manuel d'Oslo publié par l'OCDE et révisé en 1996. Des entreprises de l'industrie manufacturière de 20 salariés ou plus ont répondu aux questions portant principalement sur la nature de l'innovation technologique, la performance d'innovation, le contrôle de cette innovation (c'est-à-dire les projets d'innovation), les sources internes et externes en matière de R & D, les objectifs de l'innovation technologique, les principales sources d'information, la coopération aux fins d'innovation et enfin les obstacles rencontrés par les projets d'innovation. Les données de cette enquête ont été utilisées dans plus de 60 articles universitaires récents, principalement dans le domaine économique (voir en particulier Mairesse et Mohnen, 2002).

En combinant ces deux enquêtes, nous avons obtenu une base de données de départ riche en informations détaillées sur les caractéristiques des entreprises, les systèmes qualité et la performance d'innovation. Il est important de mentionner que toutes les entreprises ont l'obligation de répondre à ces deux enquêtes. La fusion des données des deux enquêtes fournit un échantillon de 1 146 entreprises industrielles de 20 salariés ou plus. La définition des variables est proposée en annexe A.

Mesure de la qualité et de l'innovation

Comme nous l'avons dit plus haut, nous avons utilisé la certification ISO 9000 comme référence en matière de qualité. Même si nous affirmons que la certification ISO 9000 est une pratique multidimensionnelle, notre étude n'évalue pas l'impact de chaque dimension des normes ISO 9000 sur la performance d'innovation. En conséquence, nos observations apportent une conclusion plus générale sur la manière dont la certification ISO 9000⁷, dans sa globalité, se répercute sur la performance d'innovation.

La présente étude apporte un élément nouveau, trois nouvelles mesures du niveau de qualité étant créées. La relation entre les entreprises et leurs propres systèmes, qui viennent se substituer aux normes ISO 9000 ou les compléter, détermine le niveau de qualité établi au sein des entreprises. L'accent mis sur l'ouverture et l'interaction dans les études portant sur l'innovation montre que le réseau de relations entre les entreprises et l'environnement extérieur peut jouer un rôle important dans l'évaluation des résultats. Ainsi, traiter avec un fournisseur dont la qualité est certifiée quand on est soi-même non certifié indique que l'on se soucie d'améliorer la qualité (Diaye *et al.*, 2009).

La première catégorie d'entreprises regroupe les entités ayant un niveau de qualité excellent et la certification ISO 9000, dont les fournisseurs sont également certifiés ou possèdent d'autres systèmes de certification ou de TQM. De plus, nous avons ajouté dans ce groupe des entreprises qui sont certifiées ISO et disposent également d'autres systèmes de certification ou de TQM. Cette catégorie peut aussi comprendre des entreprises certifiées ayant des fournisseurs certifiés mais ne disposant pas d'un autre système de certification ou de TQM. Ce groupe présente le niveau de qualité le plus élevé dans la hiérarchie. Nous estimons qu'une entreprise de niveau de qualité excellent doit, au moins, être certifiée ISO et disposer d'un autre type de support qualité (fournisseurs certifiés et/ou autre type de système de certification).

La deuxième catégorie (niveau de qualité moyen) inclut les entreprises qui ne sont pas certifiées ISO, mais qui disposent d'un autre système de certification ou de TQM et dont les fournisseurs sont certifiés ISO. Dans cette catégorie, nous intégrons également des entreprises qui soit sont uniquement certifiées ISO, soit possèdent un autre système de certification ou de TQM et dont les fournisseurs sont certifiés ISO. Les entreprises de niveau de qualité moyen ont au moins un lien, interne ou externe, avec un système qualité.

⁷ Malheureusement, nous ne pouvons pas opérer de distinction entre les différentes dimensions des normes ISO 9000 dans notre base de données.

La troisième catégorie (niveau de qualité faible) regroupe les entreprises qui ne sont pas certifiées ISO, qui n'ont pas d'autre système de certification ou de TQM et dont les fournisseurs ne sont pas certifiés ISO. L'absence de lien interne ou externe avec un système qualité implique un niveau de qualité faible.

Cette classification nous permet de construire de manière empirique les différents niveaux de qualité pour appréhender leurs effets sur l'amélioration de la performance d'innovation.

Trois approches permettent d'étudier la performance d'innovation : l'innovation de produit, l'innovation de procédé et les activités d'innovation. Nous avons utilisé neuf indicateurs de performance en matière d'innovation : cinq indicateurs dichotomiques et quatre indicateurs continus, fournis par l'enquête CIS3. L'innovation de produit concerne l'introduction d'un produit nouveau sur le marché ou une amélioration significative d'un produit (bien ou service) afin de répondre à la demande des clients. Dans cette catégorie, nous analyserons quatre variables : le produit nouveau ou amélioré pour l'entreprise, le chiffre d'affaires généré par les produits nouveaux ou améliorés, les produits nouveaux ou améliorés introduits sur le marché et la proportion de produits nouveaux ou améliorés sur le marché. L'approche s'appuyant sur l'innovation de procédé combine le choix d'une activité centrée sur les procédés à l'application de l'innovation aux procédés clés. Nous distinguons trois types d'innovation de procédé, qui représentent nos variables : l'innovation de procédé de manière générale, les procédés technologiquement nouveaux et les procédés nouveaux (non technologiques). La troisième approche concernant les activités d'innovation comporte deux variables : les dépenses totales d'innovation et le nombre de projets d'innovation.

Hypothèses et estimations du score de propension – stratégie d'estimation

Notre objectif ici est d'étudier les effets positifs des systèmes qualité sur la performance d'innovation. À cette fin, nous formulons l'hypothèse suivante :

H1. Les entreprises certifiées ISO 9000 amélioreront leur performance d'innovation.

De plus, nous voulons vérifier l'affirmation selon laquelle l'amélioration de la performance d'innovation varie selon le niveau de qualité préexistant dans l'entreprise. Nous voulons apporter une réponse empirique à la question de savoir si la position d'une entreprise dans la hiérarchie en termes de qualité est corrélée positivement à la performance d'innovation. En conséquence, nous formulons l'hypothèse suivante :

H2. Des niveaux de qualité différents améliorent la performance d'innovation de manière différente.

Toutefois, la position dans la hiérarchie de la qualité n'est peut-être pas aléatoire car elle peut dépendre des caractéristiques individuelles de l'entreprise. Cela implique un biais de sélection. Pour traiter ce problème, nous utilisons la méthode d'appariement sur le score de propension. Cette méthode a été mise au point par Rubin (1974) afin d'étudier l'efficacité des traitements médicaux. Soit T , une variable binaire indiquant si l'individu a reçu ou non un traitement ($T = 1$ si l'individu a été traité, $T = 0$ s'il ne l'a pas été). Dans notre cas, le traitement est la certification ISO 9000 ou le fait d'avoir un niveau de qualité excellent. Nous étudions quatre modèles de comparaison :

- Dans le modèle 1, $T = 1$ si l'entreprise est certifiée ISO 9000 et $T = 0$ si l'entreprise n'est pas certifiée ISO 9000.
- Dans le modèle 2, $T = 1$ si l'entreprise a un niveau de qualité excellent et $T = 0$ si l'entreprise a un niveau de qualité moyen.

- Dans le modèle 3, $T = 1$ si l'entreprise a un niveau de qualité excellent et $T = 0$ si l'entreprise a un niveau de qualité faible.
- Dans le modèle 4, $T = 1$ si l'entreprise a un niveau de qualité moyen et $T = 0$ si l'entreprise a un niveau de qualité faible.

L'efficacité du traitement est mesurée au moyen d'indicateurs d'innovation : innovation de produit, innovation de procédé, activités d'innovation, signalés par le terme *INNO*. Ainsi, chaque entreprise a deux résultats potentiels : $INNO_0$ (si $T = 0$) et $INNO_1$ (si $T = 1$).

Cependant, si les entreprises possèdent une certification qualité, il ne sera possible d'observer que leur performance d'innovation, contrairement au cas où la certification qualité est absente. En d'autres termes, en pratique, seuls les résultats découlant du niveau de qualité effectif sont observables pour chaque entreprise. La performance d'innovation qui aurait découlé d'une stratégie qualité différente doit être estimée. C'est précisément ce que la méthode d'appariement sur le score de propension permet de faire.

D'après Rubin (1974), la différence entre l'impact sur une entreprise ayant des systèmes qualité et l'impact sur une entreprise qui n'aurait pas de systèmes de qualité s'écrit $C = INNO_1 - INNO_0$. L'effet du traitement individuel n'est pas observable et, en conséquence, sa distribution n'est pas identifiable. Si la propriété d'indépendance est respectée ($INNO_1, INNO_0 \perp T$), il n'y aurait pas de biais de sélection. Ainsi, trois quantités nous intéressent : $C = E[INNO_1 - INNO_0]$ est l'effet moyen du traitement sur la population totale, $C_1 = E[INNO_1 - INNO_0 | T = 1]$ est l'effet moyen du traitement sur les entreprises traitées et $C_0 = E[INNO_1 - INNO_0 | T = 0]$ est l'effet moyen du traitement sur les entreprises non traitées. Pour chaque variable dépendante, nous estimons les quantités C , C_1 et C_0 . Notre discussion portera principalement sur l'effet moyen du traitement sur les entreprises traitées.

Par ailleurs, afin d'estimer l'effet du traitement qualité au sein d'une entreprise, nous devons construire pour chaque entreprise traitée un contrefactuel à partir des entreprises non traitées. Les résultats de Rosenbaum et Rubin (1983) permettent de construire un groupe d'entreprises contrefactuel en fonction des scores de propension. Le score de propension constitue un résumé unidimensionnel d'un ensemble de caractéristiques observables et prédit la probabilité d'exposition au traitement. Le groupe contrefactuel pourrait, par exemple, être composé d'entreprises identiques aux entreprises traitées, eu égard aux caractéristiques contextuelles observables comme la taille, le secteur d'activité, les caractéristiques de la stratégie de l'entreprise et les contraintes extérieures. Cette procédure a été largement étudiée par Heckman et consorts dans une série de publications où le principe d'appariement s'appuie sur des estimateurs à noyau ou sur la technique du plus proche voisin afin de fournir une estimation non paramétrique de l'effet du traitement compte tenu de la valeur du score de propension (Heckman *et al.*, 1997, 1998). Nous utiliserons un estimateur non paramétrique d'appariement avec fonction noyau. La performance d'innovation de cette entreprise contrefactuelle est une moyenne pondérée des résultats des membres du groupe de comparaison. Plus précisément, pour une entreprise donnée, les coefficients de pondération utilisés pour construire l'entreprise contrefactuelle dépendent de l'écart entre le score de l'entreprise et le score de chaque entreprise du groupe de comparaison.

Pour construire les contrefactuels, nous estimons que le modèle Logit est certifié ISO 9000 (H1) et en déduisons le score de propension (SP) correspondant. Nous supposons aussi que les trois modèles Logit choisissent un niveau de qualité parmi les trois possibles (excellent, moyen ou faible) (H2). Dans la lignée de Bonjour *et al.* (2001) et de Lechner (2000), nous utiliserons trois modèles binomiaux plutôt qu'un modèle multinomial. Comme Lechner (2000) l'indique, il y a peu de différence dans leurs résultats relatifs, mais il estime que les modèles binomiaux présentent des résultats légèrement plus précis.

Statistiques descriptives

Les tableaux 2 et 3 fournissent des statistiques descriptives pour la certification ISO 9000 et les trois niveaux de qualité. Dans le tableau 3, on peut noter que six entreprises sur dix sont certifiées ISO 9000. Par ailleurs, la construction des trois niveaux de qualité est présentée dans le même tableau. La distribution dans chaque niveau de qualité est la suivante : 61 %, 22 % et 17 % pour les entreprises ayant un niveau de qualité excellent, un niveau de qualité moyen et un niveau de qualité faible, respectivement.

TABEAU 2
Distribution de la certification ISO 9000 selon les trois niveaux de qualité

Type de niveau de qualité	Entreprises certifiées ISO 9000	Fournisseurs certifiés ISO 9000	Autre système de certification ou qualité totale	Total (%)
Niveau de qualité excellent	Oui	Oui	Oui	61
	Oui	Non	Oui	
	Oui	Oui	Non	
Niveau de qualité moyen	Oui	Non	Non	22
	Non	Oui	Oui	
	Non	Oui	Non	
Niveau de qualité faible	Non	Non	Oui	17
	Non	Non	Non	
	Non	Non	Non	
Total (%)	64	76	45	

Source : Enquêtes COI et CIS3, échantillon de 1 146 entreprises, non pondérées par le nombre de salariés.

Champ : Industries manufacturières de 20 salariés ou plus.

TABEAU 3
Statistiques descriptives

	Certification ISO 9000	Niveau de qualité excellent	Niveau de qualité moyen	Niveau de qualité faible
Taille de l'entreprise				
20-199 salariés (%)	22 ^(a)	21	43	68
200 salariés ou plus (%)	78	79	57	32
Caractéristiques de la stratégie de l'entreprise				
Réduction des coûts (%)	94	95	87	80
Nouvelle procédure (%)	56	57	48	43
Contraintes commerciales extérieures				
Pression de la concurrence – oui (%)	81	82	76	69
Incertitude sur les marchés – oui (%)	59	59	61	54
Contraintes imposées par les clients – oui (%)	78	79	74	65
Contraintes imposées par les fournisseurs – oui (%)	16	17	19	21
Contraintes imposées par les actionnaires – oui (%)	37	37	28	15
Total (%)	64	61	22	17
Nombre d'entreprises	732	705	247	194

^(a) 22 % des entreprises certifiées ISO 9000 ont entre 20 et 199 salariés (catégorie : petite entreprise).

Source : Enquêtes COI et CIS3, échantillon de 1 146 entreprises, non pondérées par le nombre de salariés.

Champ : Industries manufacturières de 20 salariés ou plus.

Le tableau 3 présente les statistiques descriptives pour les entreprises certifiées ISO 9000 et appartenant aux trois niveaux de qualité, en fonction de leurs caractéristiques contextuelles comme la taille, les caractéristiques de la stratégie de l'entreprise et les contraintes extérieures.

Ce sont les entreprises de 200 salariés ou plus qui connaissent la plus grande dispersion d'entreprises certifiées ISO 9000 ou de niveau de qualité excellent. Nous pouvons présumer que la taille d'une entreprise influe positivement sur sa propension à obtenir la certification ISO 9000 ou à atteindre l'un des trois niveaux de qualité. La réduction des coûts est une caractéristique importante car neuf entreprises sur dix considèrent cette stratégie comme importante ou très importante. Toutefois, la moitié des entreprises dans chaque catégorie estiment que les nouvelles procédures ne sont pas une caractéristique importante ou très importante dans leur stratégie. En revanche, les entreprises de chaque catégorie jugent que la pression de la concurrence et les contraintes imposées par les clients constituent des contraintes commerciales extérieures importantes. De plus, environ 60 % des entreprises considèrent que l'incertitude sur les marchés a influencé leur engagement en matière de qualité. 37 % des entreprises certifiées ISO 9000 ou de niveau de qualité excellent estiment que les conditions imposées par les actionnaires constituent des contraintes commerciales importantes. L'orientation qualitative de 28 % des entreprises de niveau de qualité moyen et de 15 % des entreprises de niveau de qualité faible est influencée par les contraintes imposées par les actionnaires. Enfin, environ 20 % des entreprises dans chaque catégorie jugent importantes les contraintes imposées par les fournisseurs.

Éléments déterminant l'adoption des normes ISO et des niveaux de qualité

Comme expliqué plus haut, la première partie de l'estimation par la méthode d'appariement sur le score de propension consiste à définir les éléments déterminant la certification ISO (H1) ou l'appartenance à l'un des niveaux de qualité (H2) en utilisant les caractéristiques contextuelles comme la taille, le secteur d'activité, les caractéristiques de la stratégie de l'entreprise et les contraintes extérieures (*tableau 4*).

Le premier groupe de variables que nous avons utilisées inclut la taille et le secteur d'activité de l'entreprise. Nous avons obtenu les mêmes résultats que d'autres études sur l'adoption de la certification ISO (Anderson *et al.*, 1999 ; Terlaak, King, 2006). D'une manière générale, la taille de l'entreprise détermine pour l'essentiel ses chances, en termes de ressources financières, d'obtenir la certification ISO ou d'opérer à un niveau de qualité excellent. Nous pouvons noter que la taille d'une entreprise est positive et importante pour les quatre régressions logistiques. Nous avons utilisé onze secteurs d'activité et nous considérons le secteur textile et l'industrie minérale comme des références. Comme dans les autres études, nous constatons que la probabilité de certification ISO est plus forte dans certains secteurs, comme l'équipement électrique et électronique, la transformation des métaux, la construction et l'équipement mécanique. Des résultats similaires sont obtenus pour les trois niveaux de qualité, ce qui souligne le fait que certains secteurs d'activité tendent à être plus sensibles aux systèmes qualité que d'autres.

Concernant les caractéristiques de la stratégie de l'entreprise, nous pouvons remarquer dans le tableau 4 que pour nos quatre régressions logistiques, lorsque les coefficients associés à la réduction des coûts et à la mise en œuvre d'une nouvelle procédure de production sont importants, ils sont également positifs. En d'autres termes, lorsque la réduction des coûts et les nouvelles procédures sont importants ou très importants pour la stratégie de l'entreprise, ils accroissent les probabilités de certification qualité de l'entreprise. Lorsque l'on compare les entreprises de niveau de qualité moyen aux entreprises de niveau de qualité faible, il n'existe pas de variable qui joue un tel rôle dans la décision d'atteindre le niveau de qualité moyen.

Compte tenu des cinq contraintes commerciales extérieures, on peut remarquer que pour les quatre régressions estimées, les variables de la pression concurrentielle, de l'incertitude sur

TABLEAU 4
Éléments déterminant le choix de la certification ISO 9000 et des niveaux de qualité

	(H1) Entreprises certifiées ISO contre entreprises non certifiées ISO (réf.)	(H2) Niveau de qualité excellent contre niveau de qualité moyen (réf.)	(H2) Niveau de qualité excellent contre niveau de qualité faible (réf.)	(H2) Niveau de qualité moyen contre niveau de qualité faible (réf.)
Ordonnée à l'origine	- 1,96***	- 1,10**	- 2,99***	- 1,49***
Taille de l'entreprise - Réf. = 20-199 salariés				
200 salariés ou plus	1,56***	1,09***	2,50***	1,28***
Caractéristiques de la stratégie de l'entreprise - Réf. = Moins important et Pas important				
Réduction des coûts	0,49**	0,48	0,55	0,36
Nouvelle procédure	0,25	0,27*	0,58**	0,03
Contraintes commerciales extérieures				
Pression de la concurrence – oui	0,07	0,11	0,22	0,20
Incertitude sur les marchés – oui	- 0,00	- 0,03	0,39	0,07
Contraintes imposées par les clients – oui	0,15	- 0,03	0,75**	0,47*
Contraintes imposées par les fournisseurs – oui	- 0,13	- 0,06	- 0,21	- 0,14
Contraintes imposées par les actionnaires – oui	0,04**	0,26	0,68**	0,38
Secteur d'activité - Réf. = industries textile et minérale				
Cuir et habillement	- 1,91***	- 1,14*	- 2,69***	- 1,29**
Édition, imprimerie et reproduction	- 1,87***	- 0,99*	- 2,80***	- 1,24**
Pharmacie, parfumerie et entretien	- 0,45	- 0,76**	1,05*	1,38***
Équipement du foyer	- 0,06	- 0,12	0,28	0,18
Automobile	1,82***	1,75***	2,11***	0,59
Construction navale et ferroviaire, équipements électriques et électroniques	- 1,52***	1,16***	2,90***	1,26**
Équipements mécaniques	1,31***	1,01***	1,98***	1,11***
Papier et bois, chimie, caoutchouc et plastique	1,14***	0,93***	1,68***	0,67**
Transformation des métaux				
Composants électriques	2,09***	1,69***	2,99***	1,47***
Carburants, électricité, gaz et eau	0,82**	0,98**	1,44**	0,23
R ² ajusté	0,40	0,23	0,60	0,31
Nombre d'entreprises	1 146	952	899	441

Notes : (*), (**) et (***) indiquent l'importance des paramètres à 10, 5 et 1 %, respectivement.

Source : Enquêtes COI et CIS3.

Champ : Industries manufacturières de 20 salariés ou plus.

les marchés et des contraintes imposées par les fournisseurs, semblent ne jouer aucun rôle dans la probabilité de certification ISO ou d'appartenance à un quelconque niveau de qualité. Les contraintes imposées par les clients ont un impact positif important sur le choix entre les entreprises de niveau de qualité excellent et celles de niveau de qualité faible et entre les entreprises de niveau de qualité moyen et celles de niveau de qualité faible. En ce qui concerne les contraintes imposées par les actionnaires, les coefficients associés, s'ils sont importants, sont positifs. Cela indique que lorsque les contraintes imposées par les actionnaires constituent une contrainte extérieure significative, les entreprises adoptent des systèmes qualité. Étonnamment, les cinq contraintes commerciales extérieures n'ont pas d'influence sur l'appartenance des entreprises au niveau de qualité excellent ou moyen.

Étude des résultats

Nous introduirons dans un premier temps les résultats de l'appariement sur le score de propension puis nous les comparerons aux résultats prétendument naïfs (les différences entre les moyennes d'échantillon), qui révèlent certains effets de la sélection. Les principaux résultats de l'appariement sur le score de propension, comme nous l'avons indiqué précédemment, sont liés au traitement des estimateurs traités.

Les données recueillies fournissent des preuves empiriques (Tableau 5) sur le fait que la certification ISO 9000 joue un rôle significatif et positif sur sept indicateurs de performance d'innovation sur neuf. Plus précisément, la corrélation entre les normes ISO 9000 et l'innovation est positive et significative en ce qui concerne les produits (produits nouveaux et améliorés pour l'entreprise, chiffre d'affaires généré par des produits nouveaux ou améliorés, produits nouveaux ou améliorés introduits sur le marché et proportion de produits nouveaux ou améliorés sur le marché), les procédés (procédés technologiquement nouveaux) et les activités d'innovation (dépenses totales d'innovation et nombre de projets d'innovation). De plus, c'est dans sa forme précise que la certification ISO 9000 semble être positivement associée à la performance d'innovation. En conséquence, l'hypothèse selon laquelle les entreprises qui adoptent la certification ISO 9000 améliorent leur performance d'innovation (H1) est confirmée pour certains indicateurs d'innovation.

Par ailleurs, la comparaison des résultats des estimations naïves (tableau 5, dernière colonne) avec les résultats de l'appariement sur le score de propension fournit la preuve que les résultats sont différents. En effet, de manière générale, les chiffres des estimations naïves sont différents (plus élevés) que ceux des résultats de l'appariement sur le score de propension, ce qui confirme certains effets de la sélection. Par exemple, la légère différence en termes de produits nouveaux ou améliorés pour l'entreprise entre les entreprises qui adoptent la certification ISO et celles qui ne l'adoptent pas est de 0,27 point (valeur significative : 1 %), tandis que la différence n'est que de 0,12 point (valeur significative : 1 %) pour l'estimateur score de propension.

TABLEAU 5
Estimations après appariement sur le score de propension –
Impacts de la certification ISO 9000 sur la performance d'innovation (H1)^a

	Ensemble	Traité	Non traité	Différence de moyenne ^b
Effet sur le produit (entreprises certifiées ISO contre entreprises non certifiées ISO)				
Produits nouveaux ou améliorés pour l'entreprise	0,13***	0,12***	0,12***	0,27***
Chiffre d'affaires généré par les produits nouveaux ou améliorés	0,03***	0,03***	0,02**	0,05***
Produits nouveaux ou améliorés introduits sur le marché	0,12***	0,13***	0,10**	0,21
Proportion de produits nouveaux ou améliorés sur le marché	0,03***	0,02**	0,03**	0,03
Effet sur les procédés (entreprises certifiées ISO contre entreprises non certifiées ISO)				
Procédés nouveaux ou améliorés pour l'entreprise	0,06	0,05	0,06	0,19***
Procédés technologiquement nouveaux	0,10**	0,10**	0,08**	0,15***
Nouveaux procédés (non technologiques)	- 0,01	- 0,02	- 0,01	0,05***
Effet sur les activités d'innovation (entreprises certifiées ISO contre entreprises non certifiées ISO)				
Dépenses totales d'innovation (logarithme)	0,27**	0,31**	0,21*	0,39***
Nombre de projets d'innovation	0,09**	0,09*	0,10**	0,25***

Erreurs standards de rééchantillonnage.

Source : Enquêtes COI et CIS3, échantillon de 1 146 entreprises.

Champ : Industries manufacturières de 20 salariés ou plus.

La régression intègre 11 indices relatifs aux industries de la NAF 36 (référence : industries textile et minérale).

Notes : (*), (**) et (***) indiquent l'importance des paramètres à 10, 5 et 1 %, respectivement.

^a Les supports sont disponibles en annexe C.

^b Les supports sont disponibles en annexe B.

On peut constater d'après les tableaux 6.A, 6.B et 6.C que la probabilité d'innovation peut être classée comme suit : entreprises de niveau de qualité excellent, entreprises de niveau de qualité moyen, entreprises de niveau de qualité faible. Plus précisément, les résultats indiquent que les entreprises de niveau de qualité excellent sont plus innovantes que celles de niveau de qualité moyen et que celles-ci sont plus innovantes que celles de niveau de qualité faible. Pour les dirigeants, cela induit un besoin de se concentrer davantage sur les systèmes d'amélioration de la qualité afin d'accroître la performance d'innovation de leur entreprise.

Le tableau 6.A nous permet de conclure que pour les entreprises de niveau de qualité excellent, les systèmes qualité ont un impact positif sur l'innovation de produit (produits nouveaux ou améliorés pour l'entreprise, chiffre d'affaires généré par des produits nouveaux ou améliorés, produits nouveaux ou améliorés introduits sur le marché et proportion de produits nouveaux ou améliorés sur le marché), l'innovation de procédé (procédés nouveaux ou améliorés et procédés technologiquement nouveaux) et les activités d'innovation (dépenses totales d'innovation). En conséquence, le fait d'être une entreprise de niveau de qualité excellent a un impact positif sur sept indicateurs de performance d'innovation sur neuf. De plus, nous pouvons conclure qu'être une entreprise de niveau de qualité excellent ou moyen a une incidence similaire sur le nombre de projets d'innovation.

TABLEAU 6.A

Estimations après appariement sur le score de propension – différences entre l'impact du niveau de qualité excellent et celui du niveau de qualité moyen sur la performance d'innovation (H2)^a

	Ensemble	Traité	Non traité	Différence de moyenne ^b
Effet sur le produit (niveau de qualité excellent contre niveau de qualité moyen)				
Produits nouveaux ou améliorés pour l'entreprise	0,09**	0,09**	0,08*	0,17***
Chiffre d'affaires généré par les produits nouveaux ou améliorés	0,04***	0,04***	0,03**	0,04***
Produits nouveaux ou améliorés introduits sur le marché	0,08**	0,09**	0,07*	0,15***
Proportion de produits nouveaux ou améliorés sur le marché	0,03***	0,03***	0,03***	0,03***
Effet sur les procédés (niveau de qualité excellent contre niveau de qualité moyen)				
Procédés nouveaux ou améliorés pour l'entreprise	0,08*	0,08*	0,09**	0,14***
Procédés technologiquement nouveaux	0,12**	0,11**	0,13***	0,21***
Nouveaux procédés (non technologiques)	-0,00	0,00	-0,00	0,04
Effet sur les activités d'innovation (niveau de qualité excellent contre niveau de qualité moyen)				
Dépenses totales d'innovation (logarithme)	0,23**	0,25**	0,20*	0,20*
Nombre de projets d'innovation	0,05	0,5	0,05	0,13***

Erreurs types de rééchantillonnage.

Source : Enquêtes COI et CIS3, échantillon de 952 entreprises.

Champ : Industries manufacturières de 20 salariés ou plus.

La régression intègre 11 indices relatifs aux industries de la NAF 36 (référence : industries textile et minérale).

Notes : (*), (**) et (***) indiquent l'importance des paramètres à 10, 5 et 1 %, respectivement.

^a Les supports sont disponibles en annexe C.

^b Les supports sont disponibles en annexe B.

D'après le tableau 6.B, il n'y a pas de différence d'impact entre les entreprises de niveau de qualité excellent et celles de niveau de qualité moyen en termes de chiffre d'affaires généré par des produits nouveaux ou améliorés et des trois catégories de procédés d'innovation. Toutefois, cinq indicateurs de performance d'innovation sur neuf sont améliorés de manière significative et positive pour les entreprises de niveau de qualité excellent. Plus précisément, le fait d'appartenir à cette catégorie influe sur l'innovation de produit (produits nouveaux ou améliorés pour l'entreprise, produits nouveaux ou améliorés introduits sur le marché et proportion de produits nouveaux ou améliorés sur le marché) et les activités d'innovation (dépenses totales d'innovation et nombre de projets d'innovation).

TABLEAU 6.B

Estimations après appariement sur le score de propension – différences entre l'impact du niveau de qualité excellent et celui du niveau de qualité moyen sur la performance d'innovation (H2)^a

	Ensemble	Traité	Non traité	Différence de moyenne ^b
Effet sur le produit (niveau de qualité excellent contre niveau de qualité moyen)				
Produits nouveaux ou améliorés pour l'entreprise	0,19***	0,19***	0,19***	0,41***
Chiffre d'affaires généré par les produits nouveaux ou améliorés	0,02	0,02	0,03	0,06**
Produits nouveaux ou améliorés introduits sur le marché	0,16**	0,17**	0,12**	0,31***
Proportion de produits nouveaux ou améliorés sur le marché	0,03**	0,03**	0,03**	0,04**
Effet sur les procédés (niveau de qualité excellent contre niveau de qualité moyen)				
Procédés nouveaux ou améliorés pour l'entreprise	0,09	0,11	0,05	0,24**
Procédés technologiquement nouveaux	0,06	0,08	0,04	0,24
Nouveaux procédés (non technologiques)	-0,02	-0,02	-0,03	0,09
Effet sur les activités d'innovation (niveau de qualité excellent contre niveau de qualité moyen)				
Dépenses totales d'innovation (logarithme)	0,63***	0,70***	0,45**	0,65***
Nombre de projets d'innovation	0,15**	0,15**	0,15**	0,37***

Erreurs types de rééchantillonnage.

Source : Enquêtes COI et CIS3, échantillon de 899 entreprises.

Champ : Industries manufacturières de 20 salariés ou plus.

La régression intègre 11 indices relatifs aux industries de la NAF 36 (référence : industries textile et minérale).

Notes : (*), (**) et (***) indiquent l'importance des paramètres à 10, 5 et 1 %, respectivement.

^a Les supports sont disponibles en annexe C.

^b Les supports sont disponibles en annexe B.

TABLEAU 6.C

Estimations après appariement sur le score de propension – différences entre l'impact du niveau de qualité moyen et celui du niveau de qualité faible sur la performance d'innovation (H2)^a

	Ensemble	Traité	Non traité	Différence de moyenne ^b
Effet sur le produit (niveau de qualité moyen contre niveau de qualité faible)				
Produits nouveaux ou améliorés pour l'entreprise	0,18***	0,19***	0,18***	0,24***
Chiffre d'affaires généré par les produits nouveaux ou améliorés	0,02	0,02	0,02	0,02**
Produits nouveaux ou améliorés introduits sur le marché	0,11**	0,10**	0,11**	0,16**
Proportion de produits nouveaux ou améliorés sur le marché	0,01	0,01	0,01	0,01**
Effet sur les procédés (niveau de qualité moyen contre niveau de qualité faible)				
Procédés nouveaux ou améliorés pour l'entreprise	0,02	0,02	0,02	0,10**
Procédés technologiquement nouveaux	-0,01	-0,02	-0,00	0,03
Nouveaux procédés (non technologiques)	-0,02	-0,01	-0,01	0,04
Effet sur les activités d'innovation (niveau de qualité moyen contre niveau de qualité faible)				
Dépenses totales d'innovation (logarithme)	0,26**	0,31**	0,21*	0,45***
Nombre de projets d'innovation	0,16**	0,16**	0,15**	0,24***

Erreurs types de rééchantillonnage.

Source : Enquêtes COI et CIS3, échantillon de 441 entreprises.

Champ : Industries manufacturières de 20 salariés ou plus.

La régression intègre 11 indices relatifs aux industries de la NAF 36 (référence : industries textile et minérale).

Notes : (*), (**) et (***) indiquent l'importance des paramètres à 10, 5 et 1 %, respectivement.

^a Les supports sont disponibles en annexe C.

^b Les supports sont disponibles en annexe B.

Le dernier tableau (6.c) permet de conclure qu'il existe une différence entre les effets sur l'innovation des entreprises selon qu'elles ont un niveau de qualité moyen ou inférieur. Les entreprises ayant un niveau de qualité moyen constatent un impact positif sur quatre des neuf domaines d'innovation, l'innovation de produit (produits nouveaux ou améliorés de l'entreprise et

produits nouveaux ou améliorés introduits sur le marché) et les activités d'innovation (dépenses totales d'innovation et nombre de projets d'innovation). De plus, nous pouvons conclure que même si les entreprises de niveau de qualité moyen ne disposent pas d'un système qualité bien établi, les signaux en matière de qualité qu'elles reçoivent par le biais de la certification additionnelle, de substitution ou indirecte (par les fournisseurs) peuvent améliorer la performance d'innovation. Ces résultats confirment que des liens de substitution ou externes avec des entreprises ayant des systèmes qualité bien établis peuvent participer à l'amélioration de la performance d'innovation.

En conséquence, les faits tendent à prouver l'hypothèse H2 selon laquelle des niveaux de qualité différents ont un impact différencié sur la performance d'innovation.

D'après les observations qui précèdent, nous pouvons conclure que les systèmes qualité de substitution améliorent la performance d'innovation d'une manière similaire aux normes ISO 9000. L'impact positif des systèmes qualité sur l'innovation de produit peut s'expliquer par le principe de la satisfaction des clients. Il est notoire que les entreprises orientées qualité se concentrent sur la satisfaction des clients, ce qui nécessite l'obtention d'informations sur leurs besoins présents et futurs et la prise en compte de l'éventail complet de forces environnementales qui participeront à la conception de nouveaux produits (Santos-Vijande et Alvarez-Gonzalez, 2007).

Toutefois, nos résultats montrent également que certains indicateurs d'innovation (nouveaux procédés - non technologiques) ne peuvent pas être améliorés par la mise en place de normes qualité. Des résultats similaires ont été obtenus par Santos-Vijande et Alvarez-Gonzalez (2007) qui n'ont pas constaté d'effet direct du TQM sur l'innovation technologique. Nous pouvons conclure que les innovations techniques requièrent un modèle de pratiques différent ou une structure organisationnelle différente dans le cadre des normes ISO 9000. En d'autres termes, les systèmes qualité doivent être intégrés à d'autres ressources organisationnelles pour accroître l'innovation technologique.

Évaluation de la fiabilité de l'appariement

Pour garantir l'efficacité de notre modèle, nous avons employé l'approche fondée sur le biais normalisé. Ce type de test indique dans quelle mesure chaque variable d'appariement du modèle réduit le biais de sélection.

Dans le modèle des entreprises certifiées ISO contre les entreprises non certifiées ISO, la réduction du biais la plus faible tourne autour de 15 %, la plus élevée atteignant 70 %. Concernant les entreprises de niveau de qualité excellent contre les entreprises de niveau de qualité moyen, la réduction du biais de sélection varie de 5 à 65 %. Le troisième modèle, qui porte sur les entreprises de niveau de qualité excellent contre les entreprises de niveau de qualité faible, réduit le biais jusqu'à 93 %. Dans le dernier modèle, à savoir les entreprises de niveau de qualité moyen contre les entreprises de niveau de qualité faible, la réduction du biais s'étend de 6 à 46 %. Dans la plupart des études empiriques, une réduction du biais supérieure à 5 % est considérée comme suffisante pour conclure au succès de l'appariement. Ainsi, nos observations nous permettent de conclure que les spécificités du modèle sont satisfaisantes puisque chaque variable employée dans les estimations diminue le biais de sélection.

■ Conclusion

Cet article présente des résultats empiriques qui corroborent l'idée selon laquelle les pratiques en matière de qualité améliorent la performance d'innovation. Cette approche s'appuie sur l'argument selon lequel les pratiques précitées, à la fois dans leur dimension humaine et

technologique, contribuent à créer un environnement et une culture favorables à l'innovation. En outre, les systèmes qualité permettent d'améliorer l'orientation client, l'implication du personnel, le *leadership*, l'accès aux outils, favorisent la tenue régulière de réunions et l'esprit d'équipe, autant d'éléments favorables à l'innovation.

Notre travail vient enrichir les publications, en nombre croissant, relatives à l'impact de la qualité sur la performance d'innovation, en abordant trois aspects spécifiques. Tout d'abord, nous avons utilisé trois niveaux de qualité différents, définis sur la base soit de la certification ISO, soit d'une certification additionnelle, et étudié le réseau de relations entre l'entreprise et son environnement extérieur. Ensuite, nous avons analysé différents domaines d'innovation par le biais de neuf indicateurs d'innovation. Enfin, le recours à la méthode du score de propension nous a permis de corriger le biais de sélection.

Nos données empiriques concordent avec la première hypothèse selon laquelle il existe un lien positif et significatif entre la certification ISO 9000 et la performance d'innovation. Toutefois, il semble que dans certains domaines d'innovation, un système qualité n'a pas d'impact significatif. De plus, il ressort des résultats obtenus que l'impact des systèmes qualité sur l'innovation varie en fonction du type d'innovation examiné. Ce constat semble indiquer que, pour avoir un impact maximum sur l'ensemble des pratiques favorisant l'innovation, les systèmes qualité doivent être intégrés à d'autres ressources organisationnelles au sein d'une entreprise.

Concernant la seconde hypothèse, nos conclusions montrent qu'il existe un lien positif et significatif entre niveaux de qualité et performance d'innovation dans certains domaines d'innovation. Ce lien se vérifie en particulier si l'on compare le niveau de qualité excellent et le niveau de qualité moyen ou le niveau de qualité excellent et le niveau de qualité faible. En outre, quatre indicateurs d'innovation peuvent être influencés de manière positive par des entreprises présentant un niveau de qualité moyen, par comparaison à l'impact obtenu par des entreprises ayant un niveau de qualité faible. Ce résultat indique que des entreprises peuvent recourir à une certification additionnelle ou de substitution, voire accéder indirectement à une certification (par l'intermédiaire de fournisseurs), pour avoir un impact positif sur certains domaines d'innovation. Ce résultat est important parce qu'il signifie que des entreprises dotées d'un niveau de qualité moyen peuvent obtenir des résultats positifs en matière d'innovation tout en évitant le processus onéreux de certification ISO 9000. En d'autres termes, en passant simplement au niveau de qualité supérieur (c'est-à-dire le niveau de qualité moyen), les entreprises peuvent améliorer leur performance d'innovation. Toutefois, les entreprises qui souhaitent obtenir une performance élevée en matière d'innovation doivent avoir les capacités nécessaires pour gérer pleinement les exigences en matière de qualité.

Implications en termes de gestion

Plusieurs implications en termes de gestion peuvent être identifiées sur la base de cette étude. Tout d'abord, il ressort des données disponibles que des entreprises, souhaitant obtenir une source de compétitivité à long terme telle que l'innovation (Perdomo-Ortiz *et al.*, 2006), pourraient y parvenir en adoptant la norme ISO 9000. Toutefois, les résultats de l'étude font apparaître que certains indicateurs d'innovation ne peuvent être améliorés par l'adoption de cette norme (procédés nouveaux ou améliorés ou procédé nouveau - non technologique). Cette amélioration peut elle-même dépendre de la manière dont la certification est mise en œuvre et la stratégie de l'entreprise définie. En conséquence, les dirigeants doivent mettre en œuvre les pratiques prévues par la norme ISO 9000 (orientation client, *leadership*, implication du personnel, approche processus, management par approche système, amélioration continue, approche factuelle pour la prise de décision) en accord avec l'orientation stratégique et la performance propres à chaque entreprise, notamment en ce qui concerne l'innovation.

Ensuite, l'implication de tous les acteurs liés à une entreprise est essentielle, et cela inclut également les fournisseurs. Au regard des résultats de l'étude, il apparaît que la certification ISO renforce la performance d'innovation d'une entreprise, en particulier lorsque les fournisseurs disposent eux aussi de cette certification (entreprises présentant un niveau de qualité élevé). En d'autres termes, les dirigeants doivent créer des liens étroits avec les fournisseurs dotés d'une certification ISO, ce qui signifie que les entreprises doivent veiller non seulement à leur propre certification, mais également à la certification qualité de leurs fournisseurs.

Enfin, les résultats de l'étude confirment que des entreprises peuvent bénéficier d'un effet qualité de manière indirecte ou par le biais d'une certification de substitution. En particulier, des entreprises ne disposant pas d'une certification ISO peuvent traiter avec des fournisseurs dotés d'une certification afin de bénéficier de leur expérience en matière de management de la qualité, et ainsi améliorer leur propre performance d'innovation. Cette contribution pourrait être particulièrement importante pour les dirigeants de petites entreprises. Le coût que représente une certification ISO est un frein à l'adoption de la certification par les petites entreprises. C'est la raison pour laquelle certaines entreprises peuvent tenter d'obtenir une certification de substitution ou indirecte par l'intermédiaire de leurs fournisseurs, afin de profiter des avantages procurés par la certification ISO, tout en évitant le processus complexe et onéreux qu'elle implique. Toutefois, il est important que les dirigeants comprennent que l'établissement en interne d'un solide système de gestion de la qualité est une condition préalable à l'obtention d'une performance excellente en matière d'innovation et qu'une certification de substitution ou indirecte (*via* des fournisseurs) ne suffit pas pour obtenir une amélioration significative des résultats.

Limites de l'étude et orientations futures des travaux de recherche

Cette étude présente certaines limites, auxquelles il sera possible de remédier dans les travaux de recherche futurs. Nous citerons ici quatre types de limites susceptibles d'être rencontrés.

Tout d'abord, ce travail de recherche examine de manière empirique la corrélation existant entre systèmes de qualité et innovation. Toutefois, il n'étudie pas le lien de causalité existant entre eux. De plus amples recherches théoriques seront nécessaires pour combler cette lacune. Ensuite, les travaux futurs devraient se pencher sur des questions similaires dans différents types d'industrie et différents pays. Si l'industrie manufacturière se prête bien à l'étude de l'impact des systèmes qualité sur la performance d'innovation, les résultats obtenus ne s'appliquent pas à d'autres types d'industrie. En outre, des analyses empiriques de cette question pourraient être menées à l'avenir dans d'autres pays, en particulier si l'on considère qu'il existe des différences culturelles concernant les pratiques en matière de qualité. Ces travaux apporteraient de nouvelles connaissances et permettraient de définir des principes généraux. Enfin, se pose le problème des contraintes temporelles. La mise en œuvre de tout type d'outil, de système ou de programme lié à la qualité tend à porter ses fruits sur le long terme, selon les publications universitaires. Aussi la durée de la certification devrait-elle avoir une incidence sur la performance globale de l'entreprise. Il est important par conséquent de déterminer si les entreprises qui ont adopté de manière précoce des pratiques en matière de qualité ont un plus grand impact sur la performance d'innovation que celles qui ont opté pour de telles pratiques plus tardivement. Enfin, différentes dimensions de la qualité peuvent avoir des répercussions différentes sur la performance d'innovation (Abrunhosa et Moura E Sa, 2008 ; Prajogo et Sohal, 2004 ; Prajogo et Hong, 2008). Nous pouvons élargir nos travaux de recherche en étudiant la manière dont différentes dimensions de la norme ISO 9000 agissent sur différents indicateurs d'innovation. Les conclusions d'une telle analyse pourraient permettre aux décideurs de mieux formuler et d'appliquer avec efficacité les règles régissant l'amélioration de l'innovation au sein des entreprises.

Remerciements

Nous tenons à remercier les personnes suivantes pour leurs remarques et suggestions précieuses : O. Calavrezo, M.-A. Diaye, F. Gilles, N. Greenan, N. Mzoughi, et les participants à la première conférence scientifique du réseau DIME intitulée « *Knowledge in space and time : economic and policy implications of the Knowledge-based economy* » (La connaissance dans l'espace et le temps : implications économiques et stratégiques de l'économie de la connaissance), au Groupe de Travail « Innovation » CIS4 du SESSI, à l'atelier d'été du ZEW (centre allemand de recherche économique européenne) portant sur l'économie et l'économétrie de l'innovation, aux 5^{èmes} Doctorales du GDR TIC et Société, à la conférence intitulée « Pour une croissance intensive en connaissance : Stratégies européennes dans l'économie mondiale », à la conférence organisée par la CBS (Copenhagen Business School) sur le thème « *Organizing for internal and external knowledge creation and innovation* », au colloque Brevet et Innovation de l'AEA. L'avis habituel de non-responsabilité s'applique.

Nous sommes également reconnaissants à l'équipe de recherche du Contrat ANR Maldì, dirigée par le Professeur François Gardes (Centre d'Économie de la Sorbonne), de son soutien financier.

Bibliographie

- Abrunhosa A., Moura E Sà P., « Are TQM principles supporting innovation in the Portuguese footwear industry ? », *Technovation*, 2008, 28 (10), p. 208-221.
- Acemoglu D., Aghion P., Lelarge C., Van Reenen J., Zilibotti F., « Technology, information and the decentralization of the firm », *Quarterly Journal of Economics*, 2007, 122 (4), 1759-1800.
- Anderson S.W., Daly J.D., Johnson M.F., « Why firms seek ISO 9000 certification : regulatory compliance or competitive advantage ? », *Production & Operations Management*, 1999, 8 (1), p. 28-43.
- Benner M., Tushman M., « Process management and technological innovation : a longitudinal study of the photography and paint industries », *Administrative Science Quarterly*, 2002, 47 (4), p. 676-706.
- Boiral O., « ISO 9000 : outside the iron cage », *Organization Science*, 2003, 14 (6), p.720-737.
- Bonjour D., Dorsett R., Knight G., Lissenburgh S., Mukherjee A., Payne J., Range M., Urwin P., White M., « New Deal of Young People: national survey of participants : stage 2. » *Employment Service Report ESR67*.
- Corbett C.J., Montes-Sancho M.J., Kirsch D.A., « The financial Impact of ISO 9000 Certification in the US : an empirical analysis », *Management Science*, 2005, 51(7), p. 1046-1059.
- Crépon B., Duguet E., Mairesse J., « Research, innovation and productivity : an econometric analysis at the firm level », *Economics of Innovation and New Technology*, 1998, 7 (2), p. 115-158.
- Deming W.E., « Out of the Crisis », *MIT Press*, Cambridge, 1986.
- Diaye M.-A., Greenan N., Pekovic S., « ISO 9000 Norm as a Club Good : network effect evidence from French Employer Survey », *mimeo*, 2009.
- Douglas A., Coleman S., Oddy R., « The case for ISO 9000 », *The TQM Magazine*, 2003, 15 (5), p.316-324.
- Encaoua D., Hall B., Laisney F., Mairesse J., « The Economics and Econometrics of Innovation », *Kluwer*, Boston, 2000.
- Flynn B.B., « The relationship between quality management practices, infrastructure and fast product innovation », *Benchmarking for Quality Management and Technology*, 1994, 1 (1), p.48-64.
- Foley K., Barton R., Busted K., Hulbert J., Sprouster J., « Quality, Productivity and Competitiveness : The Role of Quality in Australia's Social and Economic Development », *Standards Australia*, Sydney, 1997.
- Galia F., Legros D., « Complementarities between obstacles to innovation : evidence from France », *Research Policy*, 2004, 33 (8), p. 1185-1199.
- Glynn M.A., « Innovative genius: a framework for relating individual and organizational intelligences to innovation », *Academy of Management Review*, 1996, 21 (4), p. 1081-1111.
- Greenan N., Mairesse J., « Réorganisation, changements du travail et renouvellement des compétences », *Revue Économique (Special Issues)*, 2006, 57.
- Heckman J., Ichimura H., Todd P., « Matching as an econometric evaluation estimator », *Review of Economics Studies*, 1998, 65 (2), p. 261-294.
- Heckman J., Ichimura H., Todd P., « Matching as an econometric evaluation estimator : evidence from evaluating a job training programme », *Review of Economics Studies*, 1997, 64 (4), p. 605-654.
- Hoang D.T., Igel B., Laosirihongthong T., « Impact of total quality management on innovation : findings from a developing country », *International Journal of Quality and Reliability Management*, 2006, 23 (9), p. 1092-1117.

ISO website : /www.iso.chS.

Kanter R.M., « The Change Master : Innovation and Entrepreneurship in the American Corporation », *Simon and Schuster*, New York, 1983.

Kartha C.P., « A comparison of ISO 9000:2000 quality system standards, QS 9000, ISO/TS 16949 and Baldrige criteria », *TQM Magazine*, 2004, 16 (5), p. 331-340.

Kleinknecht A., Mohnen P., « Innovation and Firm Performance : Econometric Explorations of Survey Data », *Palgrave*, Hampshire and New York, 2002.

Lechner M., « An evaluation and estimation of causal effects of multiple treatments under conditional independence assumption », In : Lechner M., Pfeiffer F. (Eds.), « Economic Evaluation of Labour Market Policies », *Physica-Verlag*, Heidelberg, 2000, p. 43-58.

Mahesh C., « Total quality management development », *Journal of Management Development*, 1993, 14 (7), p. 19-31.

Mairesse J., Mohnen P., « Accounting for innovation and measuring innovativeness : an illustrative framework and an application », *American Economic Review*, 2002, 92 (2), p. 226-231.

OECD, 1993. « La mesure des activités scientifiques et technologiques ». *Manuel d'Oslo*, Paris.

OECD, 1996. « La mesure des activités scientifiques et technologiques ». *Manuel d'Oslo*, Paris.

OECD, 2005. « La mesure des activités scientifiques et technologiques ». *Manuel d'Oslo*, Paris.

Perdomo-Ortiz J., González-Benito J., Galende J., « Total quality management as a forerunner of business innovation capability », *Technovation*, 2006, 26 (10), p. 1170-1185.

Prajogo D.I., Sohal A.S., « TQM and innovation: a literature review and research framework », *Technovation*, 2001, 21 (8), p. 539-558.

Prajogo D.I., Sohal A.S., « The multidimensionality of TQM practices in determining quality and innovation performance – an empirical examination », *Technovation*, 2004, 24 (6), p. 443-453.

Prajogo D.I., Hong S.W., « The effect of TQM on performance in R&D environments : a perspective from South Korean firms », *Technovation*, 2008, 28 (12), p. 855-863.

Roffe I., « Innovation and creativity in organisations: a review of the implications for training and development », *Journal of European Industrial Training*, 1999, 23 (4/5), p. 224-237.

Rogers M., « The definition and measurement of innovation », *Melbourne Institute Working Paper*, 1998, n° 10/98.

Rosenbaum P.R., Rubin D., « The central role of the propensity score in observational studies for causal effects », *Biometrika*, 1983, 1 (1), p. 41-55.

Rubin D., « Estimating causal effects of treatments in randomized and nonrandomized studies », *Journal of Educational Studies*, 1974, 66 (5), p. 688-701.

Santos-Vijande M.-L., Alvarez-Gonzalez L.-I., « Innovativeness and organizational innovation in total quality oriented firms : the moderating role of market turbulence », *Technovation*, 2007, 27 (9), p. 514-532.

Schumpeter J., « The Theory of Economic Development », *Harvard University Press*, Boston, 1934.

Singh P.J., Smith A.J.R., « Relationship between TQM and innovation : an empirical study », *Journal of Manufacturing Technology Management*, 2004, 15 (5), p.394-401.

Terlaak A., King A., « The effect of certification with ISO 9000 Quality Management Standard : a signalling approach », *Journal of Economic Behaviour and Organization*, 2006, 60 (4), p. 579-602.

Terziovski M., Power D., Sohal A., « The longitudinal effects of the ISO 9000 certification process on business performance », *European Journal of Operational Research*, 2003, 146 (3), p. 580-595.

Zairi M., « Innovation or Innovativeness, results of a benchmarking study », *TQM Magazine*, 1994, 5 (3), p 10-16.

Annexe A

TABLEAU A.1
Définition des variables (données COI 1997 et CIS3)

Variable	Définition
Certification ISO 9000 en 1994	1 si certification ISO 9000 en 1994, sinon 0
Certification ISO 9000 en 1997	1 si certification ISO 9000 en 1997, sinon 0
Fournisseurs certifiés ISO 9000	1 si fournisseurs certifiés ISO 9000 en 1994, sinon 0
Autres types de certification	1 si l'entreprise dispose d'un autre système de certification ou de TQM sinon 0
Réduction des coûts	1 si considérée comme une stratégie importante ou très importante, sinon 0
Nouvelle procédure	1 si considérée comme une stratégie importante ou très importante, sinon 0
Pression de la concurrence	1 si cela influence le choix de l'entreprise en matière d'organisation et d'informatisation, sinon 0
Incertitude sur les marchés	1 si cela influence le choix de l'entreprise en matière d'organisation et d'informatisation, sinon 0
Contraintes imposées par les clients	1 si cela influence le choix de l'entreprise en matière d'organisation et d'informatisation, sinon 0
Contraintes imposées par les fournisseurs	1 si cela influence le choix de l'entreprise en matière d'organisation et d'informatisation, sinon 0
Contraintes imposées par les actionnaires	1 si cela influence le choix de l'entreprise en matière d'organisation et d'informatisation, sinon 0
Produits nouveaux ou améliorés pour l'entreprise	1 si au cours de la période 1998-2000 l'entreprise a introduit sur le marché un produit nouveau ou significativement amélioré (bien ou service) pour l'entreprise, sinon 0
Chiffre d'affaires généré par des produits nouveaux ou améliorés	Estimation de la manière dont le chiffre d'affaires en 2000 était réparti entre les produits nouveaux ou significativement améliorés (biens ou services) introduits cours de la période 1998-2000
Produits nouveaux ou améliorés introduits sur le marché	1 si au cours de la période 1998-2000 l'entreprise a introduit sur le marché un produit nouveau ou significativement amélioré (bien ou service) pour le marché de l'entreprise, sinon 0
Proportion de produits nouveaux ou améliorés sur le marché	Estimation de la part des produits nouveaux ou significativement améliorés (biens ou services) non seulement pour votre entreprise, mais également pour le marché de l'entreprise, dans le chiffre d'affaires total de l'année 2000
Procédés nouveaux ou améliorés pour l'entreprise	1 si au cours de la période 1998-2000 l'entreprise a introduit sur le marché un procédé de production nouveau ou significativement amélioré, y compris des méthodes relatives à la fourniture de services et de produits, sinon 0
Procédé technologiquement nouveau	1 si au cours de la période 1998-2000 l'entreprise a introduit un procédé de production technologiquement nouveau ou modifié (intégrant de nouvelles technologies), sinon 0
Procédé nouveau (non technologique)	1 si au cours de la période 1998-2000 l'entreprise a introduit tout procédé de production nouveau (ou modifié) (sans contenu technologique nouveau), sinon 0
Dépenses totales d'innovation	Total des dépenses d'innovation au titre de l'année 2000
Nombre de projets d'innovation	1 si le nombre annuel de projets d'innovation à l'étude ou réalisés est supérieur à 1, sinon 0

Annexe B

TABLEAU B.1
Moyenne de la performance d'innovation

	Entreprises certifiées ISO 9000	Entreprises non certifiées ISO 9000	Niveau de qualité excellent	Niveau de qualité moyen	Niveau de qualité faible
Produits nouveaux ou améliorés pour l'entreprise	0,68	0,41	0,69	0,52	0,28
Chiffre d'affaires générés par des produits nouveaux ou améliorés	0,11	0,06	0,11	0,07	0,05
Produits nouveaux ou améliorés introduits sur le marché	0,46	0,25	0,47	0,32	0,16
Proportion de produits nouveaux ou améliorés sur le marché	0,06	0,03	0,06	0,03	0,02
Procédés nouveaux ou améliorés pour l'entreprise	0,49	0,30	0,49	0,35	0,25
Procédé technologiquement nouveau	0,33	0,18	0,40	0,19	0,16
Procédé nouveau (non technologique)	0,17	0,12	0,18	0,14	0,09
Total des dépenses en innovation	0,89	0,50	0,90	0,70	0,25
Nombre de projets d'innovation	0,62	0,37	0,62	0,49	0,25

Source : enquêtes COI et CIS3, échantillon de 1 146 entreprises.

Champ : entreprises de 20 salariés ou plus de l'industrie manufacturière.

Annexe C

■ Supports des estimations après appariement sur le score de propension

Entreprises certifiées ISO / entreprises non certifiées ISO

Modèle – Produits nouveaux ou améliorés pour l'entreprise : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 774 ; max = 1 094 ; moyenne = 944,05.

Modèle – Chiffre d'affaires généré par des produits nouveaux ou améliorés : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 813 ; max = 1 084 ; moyenne = 950,50.

Modèle – Produits nouveaux ou améliorés introduits sur le marché : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 767 ; max = 1 088 ; moyenne = 940,81.

Modèle – Proportion de produits nouveaux ou améliorés sur le marché : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 821 ; max = 1 129 ; moyenne = 943,32.

Modèle – Procédés nouveaux ou améliorés pour l'entreprise : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 777 ; max = 1 065 ; moyenne = 947,83.

Modèle – Procédé technologiquement nouveau : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 817 ; max = 1 113 ; moyenne = 946,37.

Modèle – Nouveau procédé (non technologique) : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 752 ; max = 1 105 ; moyenne = 942,35.

Modèle – Logarithme des dépenses totales d'innovation : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 788 ; max = 1 096 ; moyenne = 958,67.

Modèle – Nombre de projets d'innovation : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 814 ; max = 1 083 ; moyenne = 958,54.

Niveau de qualité excellent / niveau de qualité moyen

Modèle – Produits nouveaux ou améliorés pour l'entreprise : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 857 ; max = 1 104 ; moyenne = 999,37.

Modèle – Chiffre d'affaires généré par des produits nouveaux ou améliorés : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 832 ; max = 1 106 ; moyenne = 998,85.

Modèle – Produits nouveaux ou améliorés introduits sur le marché : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 852 ; max = 1 105 ; moyenne = 994,84.

Modèle – Proportion de produits nouveaux ou améliorés sur le marché : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 865 ; max = 1 112 ; moyenne = 996,65.

Modèle – Procédés nouveaux ou améliorés pour l'entreprise : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 776 ; max = 1 117 ; moyenne = 1 008,14.

Modèle – Procédé technologiquement nouveau : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 903 ; max = 1 115 ; moyenne = 1 017,57.

Modèle – Nouveau procédé (non technologique) : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 871 ; max = 1 097 ; moyenne = 1 005,65.

Modèle – Logarithme des dépenses totales d'innovation : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 823 ; max = 1 115 ; moyenne = 996,02.

Modèle – Nombre de projets d'innovation : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 835 ; max = 1 112 ; moyenne = 1 002,49.

Niveau de qualité excellent / niveau de qualité faible

Modèle – Produits nouveaux ou améliorés pour l'entreprise : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 442 ; max = 987 ; moyenne = 618,18.

Modèle – Chiffre d'affaires généré par des produits nouveaux ou améliorés : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 456 ; max = 842 ; moyenne = 623,17.

Modèle – Produits nouveaux ou améliorés introduits sur le marché : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 445 ; max = 860 ; moyenne = 622,61.

Modèle – Proportion de produits nouveaux ou améliorés sur le marché : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 434 ; max = 976 ; moyenne = 617,67.

Modèle – Procédés nouveaux ou améliorés pour l'entreprise : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 462 ; max = 993 ; moyenne = 634,47.

Modèle – Procédé technologiquement nouveau : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 464 ; max = 984 ; moyenne = 632,95.

Modèle – Nouveau procédé (non technologique) : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 578 ; max = 1 011 ; moyenne = 814,44.

Modèle – Logarithme des dépenses totales d'innovation : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 412 ; max = 949 ; moyenne = 629,37.

Modèle – Nombre de projets d'innovation : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 432 ; max = 954 ; moyenne = 620,81.

Niveau de qualité moyen / niveau de qualité faible

Modèle – Produits nouveaux ou améliorés pour l'entreprise : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 451 ; max = 1 146 ; moyenne = 898,27.

Modèle – Chiffre d'affaires généré par des produits nouveaux ou améliorés : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 735 ; max = 1 146 ; moyenne = 896,93.

Modèle – Produits nouveaux ou améliorés introduits sur le marché : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 735 ; max = 1 146 ; moyenne = 896,93.

Modèle – Proportion de produits nouveaux ou améliorés sur le marché : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 396 ; max = 1 146 ; moyenne = 894,10.

Modèle – Procédés nouveaux ou améliorés pour l'entreprise : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 656 ; max = 1 146 ; moyenne = 893,60.

Modèle – Procédé technologiquement nouveau : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 523 ; max = 1 146 ; moyenne = 984,57.

Modèle – Nouveau procédé (non technologique) : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 396 ; max = 1 146 ; moyenne = 880,71.

Modèle – Logarithme des dépenses totales d'innovation : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 439 ; max = 1 146 ; moyenne = 883,28.

Modèle – Nombre de projets d'innovation : l'écart type de l'effet du traitement est calculé par rééchantillonnage avec 150 simulations. Caractéristiques du support sur 150 simulations : min = 455 ; max = 1 146 ; moyenne = 894,33.

Innovations et performances des sociétés : comparaison entre les services et l'industrie manufacturière.

Christian Cordellier¹

Cet article a bénéficié, entre autres, des conseils et remarques de Sébastien Roux et Xavier Niel. L'auteur les en remercie. Il reste seul responsable des erreurs pouvant subsister.

Résumé

La part de marché des sociétés qui ont innové entre 2002 et 2004 croît davantage ou diminue moins entre 2002 et 2006 que celle des sociétés qui n'ont pas innové et qui sont par ailleurs dans une situation comparable. L'écart est d'autant plus fort que la nouveauté combine des innovations de produit, de procédé de production ou d'élaboration, d'organisation ou de marketing et que la combinaison est complète. Les innovations de produit ou de procédé sont, par ailleurs, plus avantageuses que les innovations d'organisation ou de marketing dans l'industrie et les services technologiques, mais pas dans les autres services. L'innovation favorise aussi la productivité des sociétés, mais seulement dans l'industrie et les services technologiques et si elle porte au moins sur les produits et procédés des sociétés. Ces effets sont mis en évidence à l'aide d'estimations économétriques : d'autres effets les masquent dans les statistiques descriptives. Ce sont les différences d'évolution des parts de marché ou de productivité globale qu'on observerait sur des sociétés identiques ayant réalisé des innovations différentes. Ces effets ne peuvent toutefois pas s'interpréter comme des effets causaux, du fait de l'impossibilité de traiter correctement les problèmes d'endogénéité.

¹ Insee, Division Services.

■ Introduction

La quatrième version de l'enquête communautaire sur l'innovation, dite CIS4 (community innovation survey), a été étendue à des secteurs de services marchands absents des enquêtes CIS précédentes et en majorité peu «technologiques» : courrier, services professionnels, administration d'entreprises, publicité-études de marché, services opérationnels, hôtellerie-restauration et activités audiovisuelles. Par ailleurs, les innovations de marketing sont prises en compte par CIS4, alors que les versions précédentes de l'enquête les ignoraient : l'enquête indique si, entre 2002 et 2004, les sociétés ont innové en produit (un bien dans l'industrie, une prestation dans les services), en procédé, en organisation ou en marketing.

Or, on dit assez souvent que les innovations d'organisation et de marketing sont celles du tertiaire plutôt que de l'industrie. L'enquête CIS4 permet ainsi, mieux que les précédentes, de vérifier cette assertion. En proportion du nombre de sociétés des secteurs, moins de sociétés innovent en produit ou procédé dans les services que dans l'industrie manufacturière, autant innovent en organisation et davantage en marketing (*tableau 1*). L'opinion sur la spécificité des innovations d'organisation et de marketing dans le tertiaire refléterait ainsi la réalité dans les services, à condition toutefois que ces innovations favorisent suffisamment les performances des sociétés en comparaison des innovations de produit ou de procédé.

L'objectif initial de cette étude était donc d'estimer les effets des différentes catégories d'innovations (produit, procédé,...) sur les performances des sociétés de services et de l'industrie. Les performances en cause sont principalement la part de marché des sociétés et leur productivité globale des facteurs, c'est-à-dire leur productivité une fois tenu compte de leur utilisation des facteurs travail et capital. Gagner des parts de marché, c'est évidemment supplanter des concurrents. La productivité globale conditionne la santé des sociétés et leur rentabilité.

Les seules statistiques descriptives ne peuvent pas appréhender les effets des innovations sur les performances : l'économétrie permet de comparer des sociétés à caractéristiques identiques en dehors du comportement d'innovation. Ainsi, toutes choses égales par ailleurs, les écarts de performances entre les sociétés qui ont réalisé les différentes innovations sont robustes et sont présentés dans cette étude. Ils résultent, quand elle a lieu, de la détermination mutuelle des performances et des innovations et sont donc les «effets apparents» des innovations et non leurs effets réels. Ils seront qualifiés d'apparents dans la suite du texte. Ces effets ne peuvent être considérés comme des effets causaux car, si les innovations déterminent les performances, celles-ci peuvent aussi simultanément déterminer les innovations. Par exemple, des sociétés innovent en fonction de leurs performances anticipées. De telles simultanités sont fréquentes et biaisent les coefficients estimés par les méthodes d'économétrie ne se fondant pas sur des variables instrumentales.

On a tenté d'estimer les effets, réels, des seules innovations sur les performances. Les estimer nécessite de modéliser au préalable l'éventualité que les différentes innovations soient réalisées, c'est-à-dire d'analyser ce qui détermine l'innovation. Plus précisément, nous avons besoin « d' instruments », c'est-à-dire de variables expliquant le comportement d'innovation qui n'auraient *a priori* pas d'effet sur la performance des sociétés. De telles variables ne semblent pas figurer dans les sources statistiques disponibles : les variables que l'on a tenté d'utiliser comme instruments ne remplissent pas correctement cette fonction. En conséquence, l'analyse de ce

² Les innovations de produit ou de procédé sont assez souvent dites technologiques. Il est naturel de les qualifier ainsi dans l'industrie mais pas dans les services (dirait-on qu'une innovation de prestation dans les services juridiques est technologique ?).

qui détermine l'innovation manque de précision et l'estimation des effets réels des innovations ne peut être conduite. Malgré ses insuffisances, l'analyse des déterminants des innovations que l'on peut réaliser a cependant un intérêt en elle-même. Elle est présentée ici.

On ne dispose pas des déterminants cruciaux des innovations, car l'enquête a recueilli trop peu de renseignements sur les sociétés qui n'ont pas innové. Elles ont certes été interrogées sur les freins à l'innovation que sont les coûts, le manque de formation du personnel, etc. Mais les réponses données en 2005 ou 2006 (dates de réalisation de l'enquête) sont visiblement fonction du fait d'avoir innové ou non entre 2002 et 2004. Les sociétés qui ont innové en produit ou procédé ont été interrogées par ailleurs sur l'importance de l'impulsion du marché ou de la dynamique de la technologie pour les innovations réalisées. Les réponses peuvent servir à analyser ce qui incite à réaliser une catégorie d'innovation plutôt qu'une autre parmi les seules sociétés qui ont innové en produit ou procédé. Mais finalement, il s'avère que ces réponses n'expliquent pas suffisamment bien les innovations pour constituer des instruments pour les sociétés qui ont innové en produit ou procédé³.

TABLEAU 1
Proportion de sociétés innovantes par regroupement de secteurs
En %

	Innovantes en produit	Innovantes en procédé	Innovantes en organisation	Innovantes en marketing	Non innovantes
Industrie manufacturière	24,1	28,7	35,3	14,1	45,3
dont haute technologie	38,6	34,1	46	18,4	34,4
basse technologie	18,5	26,7	31,2	12,4	49,5
Services	14,6	18,7	35,6	20,6	51,6
dont services technologiques	52	43,2	61,9	35,6	20
services intellectuels	10,7	17,2	41,5	16,9	47
services d'accueil ou d'appui	10,1	15,2	27,6	20	59,8
Finances assurances	22,5	32,2	43,6	32,7	42,6
Autres secteurs*	7,5	17,2	31,8	17,1	58,4
Ensemble	13	20,1	33,8	17,8	53,7

* IAA, énergie, construction, commerce, transports.

Champ : CIS4, hors administration d'entreprises.

■ Les services technologiques et l'industrie de haute technologie sont les secteurs qui comptent le plus de sociétés innovantes

Les secteurs de services et de l'industrie manufacturière distingués dans cette étude au niveau le plus fin sont les 114 secteurs de la nomenclature économique de synthèse (Nes 114). Vu leur nombre élevé, ils ont été regroupés en fonction de leur propension à innover (source CIS4), afin de faciliter l'analyse. On distingue ainsi 3 groupes de secteurs de services en s'inspirant par ailleurs de travaux sur les services aux entreprises intensifs en connaissances (Doloreux, Muller, 2007) et de la nouvelle nomenclature des activités (Naf rév. 2, édition 2008).

Ces travaux autoriseraient à classer les services en secteurs de services aux entreprises intensifs en connaissances, dits KIBS (knowledge innovation intensive business), et en autres

³ Dans certains articles qui exploitent les versions précédentes de l'enquête CIS, l'incidence de la demande et de la technologie, renseignée dans un secteur pour les seules entreprises ayant innové, est extrapolée aux entreprises enquêtées non innovantes du secteur, en vue de se servir de la réponse sectorielle ainsi calculée comme instrument.

secteurs ; les KIBS sont eux-mêmes répartis en T-KIBS (recherche-développement, services informatiques, télécommunications) et en P-KIBS (services professionnels, publicité-études de marché, architecture-ingénierie-contrôle). La technologie, les TIC notamment, entre dans les innovations de produit des T-KIBS, c'est-à-dire dans leurs innovations de prestations. Dans les P-KIBS, la technologie n'intervient souvent que comme moyen permettant les autres catégories d'innovations : procédé, organisation, marketing. Dans cette étude, les services intellectuels coïncident avec les P-KIBS et les services technologiques regroupent l'audiovisuel avec les T-KIBS. On a donc :

- les services technologiques (télécommunications, activités informatiques ou audiovisuelles et recherche-développement),
- les services intellectuels (services professionnels, tels que les activités juridiques ou comptables, le conseil pour les affaires et la gestion, la publicité-études de marché et l'architecture-ingénierie-contrôle technique),
- les services d'accueil ou d'appui (promotion et gestion immobilières, location immobilière, courrier hors La Poste qui n'est pas enquêtée, location sans opérateur, sélection et fourniture de personnel, sécurité-nettoyage-services divers aux entreprises, hôtels-restaurants).

L'enquête CIS4 ne porte que sur les sociétés d'une certaine taille minimale, fixée à 10 salariés. Cela exclut les secteurs de services personnels, comme par exemple la coiffure, où presque toutes les sociétés comptent moins de 10 salariés, ainsi que les *start up* présentes dans les secteurs enquêtés, par exemple celles des télécommunications. Par ailleurs, les services d'assainissement et de gestion de déchets n'ont pas été enquêtés.

Les transports, les banques, assurances et auxiliaires financiers, l'administration d'entreprises, enquêtés par CIS4, ne sont pas étudiés : les transports en raison de leur très forte concentration et du poids des sociétés autrefois sous tutelle de l'État ; les banques⁴ parce que leurs notions de part de marché et de valeur ajoutée ne sont pas comparables à celles des autres secteurs ; l'administration d'entreprises parce que les performances des holdings non financiers qui la composent reflètent les performances des filiales que les holdings administrent et qui font partie d'autres secteurs de l'économie. Les secteurs de la santé, de l'éducation et de l'action sociale, n'ont pas été enquêtés.

Pour faire pendant à la distinction des 3 groupes de secteurs de services, l'industrie manufacturière est divisée en secteurs de haute technologie et de basse technologie, en reprenant la répartition des secteurs que l'OCDE propose à cet égard. Selon ce découpage, les services technologiques innoveraient davantage que l'industrie manufacturière de haute technologie (*tableau 1*). La supériorité des services technologiques sur l'industrie manufacturière de haute technologie demeure si on applique une répartition plus fine, préconisée également par l'OCDE, des secteurs de l'industrie manufacturière, en séparant l'industrie de haute technologie de celle de moyenne-haute technologie (l'OCDE définit 4 niveaux technologiques en séparant de même l'industrie de basse technologie de celle de moyenne-basse technologie). Dans l'industrie de haute technologie ainsi finement isolée, 44,5 % des sociétés innoveraient en produit (52 % dans les services technologiques), 40,7 % innoveraient en procédé (contre 43,7 %), 50,9 % innoveraient en organisation (contre 61,9 %) et 22,8 % innoveraient en marketing (contre 35,6 %).

Par contre, les services d'accueil ou d'appui comptent en proportion moins de sociétés innovantes que l'industrie de basse technologie, sauf pour l'innovation de marketing.

⁴ On aurait pu étudier les auxiliaires financiers. Les données comptables des assurances disponibles à l'Insee ne posent peut-être pas le même problème que celles des banques. Mais les données manquent pour une forte proportion des mutuelles.

■ Le comportement d'innovation est persistant dans le temps

L'effet des innovations réalisées entre 2002 et 2004 n'apparaît pleinement qu'au cours des années suivantes. Les résultats comptables des sociétés les plus récents disponibles pour calculer les parts de marché ou les productivités sont ceux de 2006.

Un article de Cainelli, Evangelista et Savona (2005) montre que les entreprises de services les plus performantes au cours d'une période donnée innovent dans la période qui suit cette période observée dans un premier temps et que l'innovation relèvera leurs performances. Dans un registre voisin, Klette et Johansen (1998) constatent, sur quelques secteurs de l'industrie norvégienne, que 90 % des établissements sans dépenses de recherche-développement une année donnée n'en font toujours pas deux ans plus tard, tandis que 60 % de ceux qui se trouvent une année donnée dans le quartile supérieur de la distribution des dépenses de recherche-développement rapportée au chiffre d'affaires sont toujours dans ce quartile deux ans plus tard.

On vérifiera que les écarts de parts de marché ou de productivité globales entre sociétés innovantes et non innovantes sont en partie permanents. Ils reflètent moins l'effet des innovations qu'ils n'expliquent probablement l'éventualité d'innover. L'effet des innovations réalisées de 2002 à 2004 est dans les écarts entre les évolutions des performances des innovantes et des non innovantes, de 2002 à 2006, et non dans les écarts de niveaux des performances des innovantes et des non innovantes en 2006.

Le plus simple était d'estimer les écarts d'évolution des performances sur les seules sociétés de CIS4 restées actives, c'est-à-dire pérennes, de 2002 à 2006. Mais l'évolution des performances des pérennes, par exemple de leur part de marché, n'est pas seulement fonction des innovations réalisées. Elle est aussi fonction de la pérennité : par exemple, la part de marché d'une société tombée «trop» bas une année se relèvera forcément les années suivantes, car la part de marché de la société conditionne sa survie. Les sociétés dont la part de marché est tombée trop bas sans remonter ensuite ont cessé leur activité et ne font pas partie des pérennes. L'évolution de la part de marché des sociétés comprend donc une composante qui peut s'expliquer par le fait qu'on ne peut observer que des sociétés pérennes. Il faut estimer cette composante et la soustraire de l'évolution pour que le solde représente l'évolution correspondant aux innovations réalisées. Les effets de la pérennité de 2002 à 2006 sont estimés en fonction des performances des sociétés entre 1998 et 2001. L'étude est donc restreinte aux sociétés de CIS4 restées pérennes de 1998 à 2006.

L'enquête CIS4 comporte très peu de renseignements sur les performances des sociétés. Les renseignements nécessaires ont été extraits des fichiers Ficus de l'Insee, qui contiennent les comptes d'exploitation et les bilans des exercices comptables 1998-2006 des sociétés de CIS4 (les fichiers Ficus unifient les divers fichiers Suse). Autrement dit, les fichiers Ficus de la période 1998-2006 ont été appariés au fichier CIS4. Après élimination des valeurs aberrantes, les sociétés pérennes ayant des données comptables exploitables représentent un peu moins de 80 % des sociétés de l'échantillon CIS4 dans l'industrie manufacturière et 55 % dans les services (annexe 1). La différence a deux raisons : en proportion, les services comptent plus de sociétés récentes et donc moins de sociétés pérennes que l'industrie ; ils comptent par ailleurs plus de sociétés dont les données comptables ne sont pas exploitables, du fait du grand nombre de sociétés de services inscrites au régime fiscal des bénéficiaires non commerciaux et de l'indisponibilité de certaines variables de bilan dans ce régime fiscal.

■ Différents types d'innovations peuvent se combiner

Les sociétés qui réalisent plusieurs catégories d'innovations simultanément sont fréquentes. Elles innover par exemple en produit, procédé et marketing. Le nombre d'innovations simultanées augmente avec la taille des sociétés (Cordellier, 2006). Les innovations simultanées peuvent engendrer des synergies. Aussi peut-on chercher à mesurer l'effet des combinaisons des catégories d'innovations plutôt que l'effet isolé de chaque catégorie séparément en supposant que les effets s'additionnent en cas d'innovations simultanées.

En outre, il était préférable de retenir des combinaisons d'innovations exclusives les unes des autres, autrement dit disjointes, si on voulait tenter d'estimer, par l'économétrie, les effets réels des innovations dégagés de l'effet des performances sur les innovations. On a donc retenu de telles combinaisons.

En sus des 4 catégories d'innovations (produit, procédé, organisation, marketing), l'enquête CIS4 distingue les tentatives d'innovations en produit ou procédé mises en œuvre entre 2002 et 2004 et qui n'avaient pas encore abouti ou avaient été abandonnées à la fin de 2004. Pour simplifier, on ne tient compte dans cette étude que de celles sans autre innovation aboutie. Elles sont très peu fréquentes. Les différentes catégories d'innovations, les tentatives en cours ou abandonnées sans autre innovation et l'absence d'innovation sans tentative non aboutie se combinent en 17 combinaisons élémentaires exclusives les unes des autres. Ce nombre étant trop élevé pour l'analyse, certaines combinaisons élémentaires ont été regroupées au moyen d'une analyse des données (encadré 1).

Les regroupements aboutissent à 7 combinaisons disjointes, désignées ci-après :

- à dominante produit, procédé et marketing (organisation en option),
- à dominante produit et procédé (organisation en option),
- à dominante procédé (organisation en option),
- organisation seule,
- à dominante produit (organisation ou marketing en option),
- à dominante marketing (procédé ou organisation en option),
- sans innovation (aucune innovation ni tentative en cours ou abandonnée).

Plus précisément, la combinaison à dominante produit, procédé et marketing regroupe deux combinaisons élémentaires où sont associées les innovations de produit, de procédé et de marketing, l'une des combinaisons comprenant en sus l'innovation d'organisation. La combinaison à dominante produit regroupe 4 combinaisons élémentaires où il y a innovation de produit sans l'innovation de procédé, l'innovation de produit étant associée ou non aux innovations d'organisation ou de marketing. De manière analogue, la combinaison à dominante marketing regroupe les innovations élémentaires où il y a innovation de marketing sans innovation de produit.

L'activité d'innovation en cours ou abandonnée à la fin de 2004 n'est pas prise en compte par l'analyse des données. Elle est intégrée à la combinaison à dominante marketing, car la taille moyenne des sociétés qui ont eu une activité d'innovation non aboutie est proche de la taille moyenne des sociétés ayant réalisé cette combinaison.

Les six premières combinaisons déclinent l'innovation dite PPAOM (produit, procédé, activité d'innovation n'ayant éventuellement pas abouti, organisation ou marketing). PPAOM correspond à l'innovation au sens le plus large.

ENCADRÉ 1

Les catégories d'innovations et leurs combinaisons exclusives les unes des autres

Selon l'enquête, l'innovation de produit consiste à introduire sur le marché un produit (bien ou service) nouveau ou amélioré de manière significative, à l'exclusion de la simple revente d'un tel produit. Le produit peut être nouveau pour le marché ou seulement nouveau pour la société, le produit étant alors déjà disponible sur le marché.

L'innovation de procédé concerne la production ou l'élaboration de biens ou services, la logistique des matières premières ou celle des biens ou services produits, la maintenance, l'achat, la comptabilité, etc.

L'innovation d'organisation consiste à modifier de manière conséquente l'organisation du travail, à adopter un nouveau système de gestion des connaissances ou à améliorer significativement le système de gestion des connaissances existant, à modifier les relations de la société avec des partenaires (alliances, sous-traitance) ou à externaliser des activités.

L'innovation de marketing est la modification significative du design ou de l'emballage d'un bien ou d'un service ou la modification significative des méthodes de vente ou de distribution, par internet, franchisage, ventes directes, licences de distribution.

Une analyse en composantes principales a d'abord été appliquée aux variables indicatrices de ces 4 catégories d'innovations (la variable indicatrice d'une catégorie vaut 1 si l'innovation est réalisée et 0 sinon), l'échantillon de CIS4 étant réduit aux sociétés restées pérennes de 1998 à 2006 dans les secteurs étudiés ici. Les variables indicatrices des 4 catégories d'innovations sont corrélées. L'analyse en composantes principales décompose les corrélations et définit 4 axes orthogonaux 2 à 2, chacun étant une combinaison linéaire des 4 variables indicatrices, sur lesquels on peut projeter les diverses combinaisons d'innovations sans perte d'information. Le premier axe, le plus explicatif, oppose les sociétés non innovantes à celles qui innovent simultanément dans plusieurs catégories d'innovations ; le second oppose les innovations de produit et de procédé aux innovations d'organisation et de marketing ; le troisième oppose les innovations d'organisation aux innovations de marketing et le quatrième les innovations de produit aux innovations de procédé.

Ensuite, les 16 combinaisons élémentaires disjointes qui combinent les 4 catégories d'innovations et l'absence d'innovation (les tentatives d'innovations non abouties ne sont pas prises en compte car elles n'entrent pas dans l'analyse en composantes principales) ont été projetées sur les 4 axes orthogonaux. Une classification ascendante hiérarchique les a regroupées en fonction de la proximité de leurs projections sur les axes. On a retenu 7 combinaisons.

Le tableau 2 montre que la taille des sociétés et les dépenses faites pour innover augmentent avec le nombre d'innovations simultanées. Les sociétés qui innover en produit sont par ailleurs plus grandes et dépensent davantage que les autres. On peut donc supposer que l'effet des combinaisons est à la mesure de la taille moyenne ou des dépenses moyennes par combinaison, et qu'il diminue ainsi quand on passe de la combinaison à dominante produit, procédé et marketing à l'absence d'innovation, dans l'ordre des colonnes du tableau.

TABLEAU 2
Effectif salarié moyen et dépenses d'innovation moyennes des sociétés en 2004, par combinaison d'innovations

		Combinaison à dominante							
		Ensemble	Produit procédé marketing	Produit procédé	Produit	Procédé	Marketing	Organisation seule	Sans innovation
Ensemble	effectif	67	246	144	94	67	62	34	38
	dépenses*	368	2 249	1 471	530	512	302	19	
Industrie de haute technologie	effectif	115	295	263	104	102	77	46	6
	dépenses*	1 514	5 897	4 096	923	2 089	207	54	
Industrie de basse technologie	effectif	61	236	108	111	58	68	35	37
	dépenses*	160	1 220	463	446	217	168	21	
Services technologiques	effectif	123	243	136	71	38	91	64	55
	dépenses*	1 117	2 716	1 589	615	417	597	42	
Services intellectuels	effectif	34	101	64	71	40	33	22	33
	dépenses*	76	378	542	278	150	32	10	
Services d'accueil ou d'appui	effectif	58	282	99	79	92	70	37	39
	dépenses*	105	351	202	43	203	542	5	

Champ : sociétés de CIS4, pérennes de 1998 à 2006, de l'industrie et des services, dont les données sont exploitables.

* Dépenses, en milliers d'euros, de recherche-développement, acquisition d'équipements, logiciels ou connaissances ; elles sont estimées sommairement pour les sociétés qui n'ont innové qu'en organisation ou marketing car elles ne sont pas renseignées dans l'enquête.

■ Les déterminants potentiels des différentes combinaisons d'innovations

Au moyen d'une analyse économétrique, on explique la probabilité que les différentes combinaisons d'innovations, exclusives les unes des autres, soient réalisées entre 2002 et 2004, au moyen de variables explicatives choisies parmi les variables qui caractérisent les sociétés avant 2002. L'antériorité à 2002 peut préserver ce qu'on demande en général à des variables explicatives : l'exogénéité par rapport aux variables expliquées (si les variables explicatives étaient les caractéristiques des sociétés entre 2002 et 2004, la simultanéité avec la réalisation des combinaisons pourrait biaiser l'analyse).

Les déterminants de l'innovation ont été assez peu étudiés. Les variables envisagées *a priori* comme déterminants des combinaisons d'innovations ont été retenues sans véritable pré-supposé théorique. Leur choix s'appuie sur le fait que la probabilité d'innover croît avec la taille des sociétés (Kremp, Rousseau, 2006), sur une analyse du financement des entreprises industrielles innovantes publiée par la Banque de France (Planès *et al.*, 2002), sur une autre étude de la Banque de France (Savignac, 2007) et sur le fait que les sociétés exportatrices innover plus que les autres⁵.

⁵ Conseil formulé par Laurence Tassone (Oséo).

Les variables explicatives potentielles sont plus précisément, pour chaque société :

- 1 - Différentes mesures de la taille de la société en 2001 : les logarithmes de sa part de marché, de sa masse salariale, de son effectif salarié, de ses immobilisations brutes corporelles, incorporelles et financières (participations au capital d'autres sociétés) et de son besoin en fonds de roulement (qui finance les actifs circulants). Les immobilisations incorporelles expliquent en effet *a priori* la propension à innover. L'endettement et les charges financières sont susceptibles de rendre compte des problèmes de financement des innovations.
- 2 - Les taux annuels d'évolution de ces variables de 1998 à 2001, à l'exception de l'évolution du besoin en fonds de roulement.
- 3 - D'autres variables :
 - les logarithmes en 2001 de l'endettement total et du total des charges financières de la société,
 - le logarithme de son âge en 2006 ; l'âge des sociétés peut jouer *a priori* sur leur propension à innover, sans que l'on puisse prévoir à quel âge elles ont le plus de chances d'innover,
 - la part moyenne du chiffre d'affaires qu'elle a exporté de 1998 à 2001.

La présence simultanée des logarithmes de l'effectif salarié et de la masse salariale en 2001 et la présence simultanée des évolutions de l'effectif et de la masse salariale de 1998 à 2001 permettent d'estimer l'incidence du salaire moyen par salarié sur les combinaisons réalisées. En effet, le logarithme du salaire moyen est la différence entre les logarithmes de la masse salariale et de l'effectif salarié, et le taux d'évolution du salaire moyen est la différence entre le taux d'évolution de la masse salariale et celui de l'effectif salarié⁶.

Cinq variables quantitatives spécifiques de chaque secteur (Nes 114) complètent la liste des variables, déterminants potentiels :

- l'indice de concentration de Herfindahl en 2001, calculé sur le chiffre d'affaires de l'ensemble exhaustif des entreprises de chaque secteur (source Ficus),
- l'écart type sectoriel de la productivité du travail des sociétés, conçu comme indicateur d'hétérogénéité technologique au sein des secteurs (Askenazy, Cahn, Irac, 2007), l'écart type est corrélé à l'écart type sectoriel de la productivité globale,
- le poids des pérennes de la période 1998-2006 dans l'effectif salarié sectoriel en 2004,
- l'évolution (différence de logarithmes) entre 1998 et 2001 de la valeur ajoutée sectorielle des sociétés restées pérennes de 1998 à 2006,
- l'évolution correspondante entre 1998 et 2001 de la valeur ajoutée sectorielle totale.

Les deux dernières variables appréhendent le couple renouvellement-pérennisation des secteurs en termes de valeur ajoutée.

Les probabilités de réalisation des combinaisons d'innovations sont modélisées d'une part pour l'ensemble de l'industrie et d'autre part pour l'ensemble des services et non pas dans chaque regroupement de secteurs. En contrepartie, des indicatrices d'appartenance à l'industrie de haute technologie, aux services technologiques ou aux services intellectuels distinguent, en tant que variables explicatives, le regroupement de secteurs de chaque société dans les analyses. On distingue, de même, la taille du groupe des sociétés en 2001, si elles font partie d'un groupe à cette date.

⁶ Au lieu de l'effectif salarié en 2001 et de son évolution de 1998 à 2001, on aurait pu retenir de manière équivalente le salaire moyen par salarié et par société en 2001 et son évolution de 1998 à 2001.

■ Le jeu effectif des déterminants des combinaisons

La méthode adéquate pour analyser la probabilité de réaliser une combinaison d'innovations concurrentement aux six autres est le logit multinomial. Les données étaient trop volumineuses pour le logiciel disponible. On a donc remplacé le logit multinomial par 6 logit dichotomiques qui opposent chacun une combinaison d'innovations prise pour référence («sans innovation») à l'une des 6 autres. Les coefficients estimés sont ceux que l'on estimerait au moyen d'un logit multinomial, seule la précision des coefficients estimés diffère (Afsa Essafi, 2003).

Au lieu des coefficients estimés des variables explicatives du modèle, on présente les effets moyens de ces variables, toutes choses observées égales par ailleurs, sur la probabilité de réaliser telle ou telle combinaison d'innovations (encadré 2). Les effets moyens sont plus faciles à comprendre que les coefficients. L'effet moyen d'une variable est «toutes choses observées égales par ailleurs» : c'est la moyenne des effets de la variable, calculés à partir des coefficients estimés du logit, en fixant toutes les autres variables explicatives à leur vraie valeur. Les écarts types des effets moyens sont calculés par bootstrap (ici 125 répliquions).

ENCADRÉ 2

Coefficients d'un logit multinomial estimés par des logit dichotomiques et calcul des effets moyens des variables, toutes choses observées égales par ailleurs

Un logit multinomial calcule la probabilité que des observations i (sociétés) appartiennent à une catégorie j parmi J ($J > 2$) catégories exclusives les unes des autres (que la société réalise l'une des 7 combinaisons d'innovations) en fonction d'un vecteur ligne de K variables explicatives x_{ik} ($x_i = x_{i1}, \dots, x_{ik}, \dots, x_{iK}$). Le logit estime pour cela $(J-1)K$ coefficients β_{jk} . Les coefficients relatifs à une catégorie (combinaison d'innovations) se rangent selon un vecteur colonne $\beta_j = (\beta_{j1}, \dots, \beta_{jk}, \dots, \beta_{jK})$.

La probabilité qu'une société i réalise la combinaison j , étant données les variables explicatives x_i , est
$$P(j/x_i) = \frac{\exp(x_i \beta_j)}{1 + \sum_{h=1}^{h=J-1} \exp(x_i \beta_h)}$$

Le logit multinomial est une extension du logit dichotomique. Comme dans un logit dichotomique, une combinaison, en l'occurrence ici la dernière J , est prise pour référence, pour identifier les coefficients. On ne peut pas estimer les coefficients autrement. En fait, les coefficients estimés β_{jk} sont des différences :
$$\beta_{jk} = \beta_{jk}^0 - \beta_{Jk}^0$$

 β_{jk}^0 et β_{Jk}^0 ne sont pas identifiables mais leur différence l'est.

Par ailleurs, le logit multinomial suppose que le rapport des probabilités P_j et P_h relatives à deux catégories distinctes j et h ne dépende pas des autres catégories. Il en résulte, les catégories étant exclusives les unes des autres, que les coefficients β_j peuvent être estimés par un logit dichotomique opposant la catégorie j à la catégorie de référence J , et que les coefficients relatifs aux autres catégories h (combinaisons) peuvent l'être par d'autres logit dichotomiques opposant h et J .

ENCADRÉ 2 (SUITE)

En effet, la probabilité $P(j \text{ ou } J)$ qu'une société réalise les combinaisons j ou J vaut : $P(j \text{ ou } J) = P_j + P_J$. La probabilité que j soit réalisée étant données les variables explicatives x_i et sachant que j ou J le sont vaut :

$$P(j/x_i, j \text{ ou } J) = \frac{P(j/x_i)}{P(j/x_i) + P(J/x_i)} = \frac{P(j/x_i)/P(J/x_i)}{1 + [P(j/x_i)/P(J/x_i)]} = \frac{\exp[x_i(\beta_j^0 - \beta_J^0)]}{1 + \exp[x_i(\beta_j^0 - \beta_J^0)]}$$

C'est l'expression d'un logit dichotomique.

Le tableau ci-dessous indique les proportions de paires concordantes obtenues en estimant les logit dichotomiques à l'origine des coefficients (%) des logit multinomiaux.

	Produit procédé marketing	Produit procédé	Produit	Procédé	Marketing	Organisation seule
Industrie	82.8	79	80.5	63.9	68	57.7
Services	78.1	81.1	77.2	65.2	64.2	61.5

Les logit dichotomiques ne fournissent cependant pas les écarts types des coefficients estimés. On peut estimer ces écarts types par bootstrap.

Le tableau des coefficients d'un logit multinomial n'est pas toujours facile à interpréter : il se lit en fonction des modalités de référence des logit dichotomiques, selon lesquels on peut le décomposer et en fonction de la catégorie de référence. De plus, comme l'écrit C. Afsa, si le logit multinomial ne se réduit pas à un logit dichotomique, une variable explicative peut avoir un effet en sens inverse du sens attendu compte tenu du signe du coefficient de la variable. En effet, si la variable explicative x est continue, la probabilité P_j varie avec x selon la formule :

$$\frac{\partial P(j/x_i)}{\partial x_{ik}} = \left[\beta_{kj} - \sum_{h=1}^J \beta_{kh} P(h/x_i) \right] P(j/x_i)$$

qui dépend des valeurs des autres coefficients et de celles de toutes les variables explicatives.

Le document de travail de C. Afsa fournit tous les éléments pour calculer les effets moyens des variables explicatives du logit multinomial en mettant en œuvre la formule ci-dessus. L'auteur écrit : «le principe est le suivant, on fixe toutes les variables explicatives sauf une ; en la faisant varier, on cherche à estimer de combien de points augmente ou diminue la probabilité d'appartenir à une catégorie» (ici la probabilité de réaliser une combinaison). Le document indique aussi comment calculer l'écart type des effets moyens par bootstrap.

La modélisation vérifie que, toutes choses observées égales par ailleurs, les sociétés de l'industrie de haute technologie ont une plus forte probabilité de réaliser une combinaison où il y a innovation de produit que les sociétés de l'industrie de basse technologie prises pour références (*tableau 3*). De même, les sociétés de services technologiques ont une plus forte probabilité de réaliser une combinaison où il y a innovation de produit que celles des services intellectuels. Par ailleurs, la probabilité de réaliser la combinaison à dominante marketing ou de ne pas innover est plus forte dans les services d'accueil ou d'appui que dans les services intellectuels, et la probabilité de réaliser une autre combinaison est plus faible.

L'appartenance à un groupe en 2001 a peu d'incidence sur les combinaisons réalisées, la détermination des combinaisons revenant pour l'essentiel à la taille des sociétés et aux autres variables explicatives. Dans l'industrie, l'appartenance à un groupe de taille moyenne (250 à 5 000 salariés) augmente la probabilité d'innover. Les sociétés faisant partie d'un grand groupe (plus de 5 000 salariés) réalisent moins fréquemment la combinaison à dominante marketing que les sociétés indépendantes : elles réalisent des combinaisons plus complètes.

Dans les services, les sociétés des grands (plus de 5 000 salariés) et petits groupes (moins de 250 salariés) innoveront plus fréquemment, toutes choses observées égales par ailleurs, que les indépendantes. Celles des groupes de petite ou moyenne taille réalisent la combinaison à dominante marketing plus fréquemment que les indépendantes.

Plus une société exporte une forte proportion de son chiffre d'affaires et plus il est probable qu'elle réalise une combinaison relativement complète comportant l'innovation de produit, dans l'industrie comme dans les services (l'effet moyen de la proportion exportée du chiffre d'affaires baisse quand on passe de la combinaison à dominante produit, procédé et marketing à l'absence d'innovation). Exporter exige donc de réaliser des innovations complexes comportant l'innovation de produit.

L'effet moyen d'autres variables baisse également, au moins en tendance, quand on passe de la combinaison à dominante produit, procédé et marketing à l'absence d'innovation. La baisse reflète l'incidence, vue plus haut, de la taille des sociétés sur les combinaisons réalisées. Suivent cette baisse : l'effet moyen des immobilisations incorporelles en 2001 dans les services et l'industrie, l'effet moyen des immobilisations corporelles en 2001 dans les services, l'effet moyen du besoin en fonds de roulement dans l'industrie et dans les services.

Par contre, l'effet moyen des immobilisations corporelles ne baisse pas dans l'industrie : elles favorisent la réalisation des combinaisons à dominante produit et procédé et à dominante procédé, mais elles défavorisent la réalisation des combinaisons à dominante produit, procédé et marketing, à dominante produit ou à dominante marketing. Plus précisément, ces combinaisons, qui comprennent le plus souvent l'innovation de marketing, reposent sur plus d'incorporel et moins de corporel que les combinaisons à dominante produit et procédé et à dominante procédé. Tout se passe comme si l'innovation de marketing nécessitait de l'incorporel rendant le corporel moins nécessaire.

Cette opposition entre les combinaisons restreintes au produit ou procédé (associés éventuellement à l'organisation) et celles qui comprennent souvent l'innovation de marketing se confirme sous d'autres aspects. On la retrouve dans les effets moyens des immobilisations incorporelles dans les services, où ces immobilisations favorisent la seule réalisation des combinaisons à dominante produit, procédé et marketing et à dominante produit (l'effet moyen en faveur de la combinaison à dominante marketing est peu significatif).

On retrouve également l'opposition dans les effets de la masse salariale et de l'effectif salarié en 2001 dans l'industrie. Une forte masse salariale et un effectif salarié réduit, ou un fort salaire

moyen, favorisent la réalisation de la combinaison à dominante produit, tandis qu'une masse salariale réduite favorise la réalisation de la combinaison à dominante produit et procédé et qu'un fort effectif salarié favorise la réalisation de la combinaison à dominante procédé (la masse salariale défavorise la réalisation de la combinaison mais l'effet est peu significatif).

Une masse salariale réduite et un fort effectif en 2001 (donc un faible salaire moyen) ou une baisse de la masse salariale entre 1998 et 2001 défavorisent par ailleurs l'innovation dans les services. Innover dans les services nécessite donc du personnel bien payé ou encore du personnel qualifié.

Une part de marché élevée en 2001 fait croître la probabilité de réaliser la composante à dominante produit dans les services et l'industrie, tandis qu'une faible part de marché favorise la réalisation de la combinaison à dominante procédé. Cela pourrait suggérer que la part de marché, élevée en 2001, des sociétés qui réalisent la combinaison à dominante produit va continuer à croître grâce à la combinaison.

L'endettement en 2001 défavorise la réalisation de la combinaison à dominante produit dans les services et l'industrie, et il favorise la réalisation de la combinaison à dominante procédé dans les seuls services.

Les charges financières semblent jouer en sens inverse dans les services et dans l'industrie. Apparemment elles favorisent la réalisation des combinaisons les plus complètes dans l'industrie et défavorisent l'innovation dans les services : dans l'industrie, l'effet moyen des charges financières paraît diminuer, quand on passe de la combinaison à dominante produit, procédé et marketing à l'absence d'innovation, alors qu'il croît en tendance dans les services quand on passe de la combinaison à dominante produit et procédé à l'absence d'innovation.

L'âge des sociétés joue aussi différemment dans les services et l'industrie, mais les différences dues à l'âge ne sont probablement pas liées aux différences dues aux charges financières. Dans les services, les sociétés de création récente réalisent plutôt les combinaisons à dominante produit et procédé ou à dominante marketing, alors que les plus anciennes innoveront peu ou pas (effets moyens peu significatifs). Dans l'industrie, les sociétés anciennes réalisent plutôt la combinaison à dominante produit et procédé, et les plus récentes la combinaison à dominante produit ou encore n'innoveront pas (effet peu significatif).

Dans l'industrie et les services, un fort poids des pérennes dans l'emploi d'un secteur (en 2004), donc un fort poids des pérennes en termes de moyens de production dans le secteur, favorise la réalisation des combinaisons à dominante produit, procédé et marketing ou à dominante produit - un poids élevé des pérennes dans un secteur peut refléter une bonne conjoncture dans le secteur -. Une faible concentration sectorielle (donc une répartition plutôt égalitaire des tailles de sociétés) joue dans le même sens.

Dans l'industrie et les services, un faible poids des pérennes dans l'emploi d'un secteur favorise la réalisation des combinaisons à dominante produit et procédé ou à dominante procédé. Un faible poids des moyens de production des pérennes dans un secteur favorise également la réalisation de la combinaison à dominante marketing dans l'industrie.

On peut interpréter ces effets. Dans les secteurs dominés par les pérennes, les sociétés qui réalisent les combinaisons à dominante produit, procédé et marketing ou à dominante produit se démarquent de leurs concurrentes par les produits et la relation aux clients⁷. Mais la concentration sectorielle défavorise (décourage ?) la réalisation de ces combinaisons dans

⁷ Ces explications adaptent des explications de Laurence Tassone relatives à une version antérieure.

ces secteurs. Inversement, un faible poids des pérennes en 2004, c'est-à-dire la volatilité des sociétés, favorise dans les secteurs concernés la réalisation des combinaisons à dominante produit et procédé ou à dominante procédé, la concurrence y étant moins forte. Les proximités et oppositions notées plus haut entre d'un côté, les combinaisons à dominante produit, procédé et marketing ou à dominante produit, et de l'autre, les combinaisons à dominante produit et procédé ou à dominante procédé, se répètent ainsi.

TABEAU 3 (1)

Effets moyens, toutes choses observées égales par ailleurs, des variables sur la probabilité de réaliser les combinaisons d'innovations

Effets en points de probabilité

Industries de haute et basse technologies 4 741 observations	Combinaisons d'innovations à dominante :						
	Produit procédé marketing	Produit procédé	Produit	Procédé	Marketing	Organisation seule	Sans innovation
Proportion (%) de sociétés ayant réalisé la combinaison	6	10,9	8,1	10,8	6,7	14	43,5
Industrie de haute technologie	4,59***	4,71***	6,85***	-1,93**	-2,75***	-0,79	-10,69***
Industrie de basse technologie ^(a)	0	0	0	0	0	0	0
Groupe de plus de 5 000 salariés ^(b)	0,2	0,9	0,2	-1,4	-3,3**	1,81	1,58
Groupe de 250 à 5 000 salariés	0,69	1,38	0,72	1,16	-2,23	1,66	-3,38*
Groupe de moins de 250 salariés	-0,26	0,12	0,38	0,45	-0,48	-0,32	0,12
Entreprise indépendante ^(a)	0	0	0	0	0	0	0
Log masse salariale 2001	-0,8	-4,1*	6,54***	-0,75	-0,45	0,08	-0,53
Log effectif salarié 2001	1,56	1,9	-4,11***	2,53*	1,12	-1,2	-1,8
Log immo corporelles 2001	-0,79	2,57***	-1,83***	1,64***	-0,94***	0,19	-0,84
Log immo incorporelles 2001	1,04***	0,78***	1,23***	-0,5**	0,44**	-0,79***	-2,2***
Log immo financières 2001	0,25	-0,33	0,05	-0,36*	-0,02	0,12	0,28
Log besoin fonds roult. 2001	0,24**	0	0,43***	-0,08	-0,07	-0,13	-0,38***
Log part de marché 2001	-0,14	0,74	1,23**	-1,08**	-0,43	0,06	-0,38
Log endettement 2001	1,04	0,61	-1,62*	-0,31	0,72	-0,07	-0,36
Log charges financ. 2001	0,91**	0,19	0,35	-0,43	0,37	-0,24	-1,15**
Evo 1998-2001 masse salariale	12,39	-1,46	3,92	3,23	0,58	15,09**	-33,74***
Evo 1998-2001 effectif salarié	-5,89	7,99	1,95	-8,67	1,21	-9,89	13,29
Evo 1998-2001 immo corporelles	-1,38	4,07	0,09	1,98	-1,65	-0,55	-2,56
Evo 1998-2001 immo incorporelles	-0,05	-1,44	-3,38***	0,68	2,25***	1,96**	-0,03
Evo 1998-2001 immo financières	-2,12**	1,7*	0,2	0,32	-1,09	-0,22	1,21
Evo 1998-2001 part de marché	-3,65	3,49	-6,4	7,71**	-2,1	-2,57	3,51
Log âge de la société	0,64	1,41*	-1,12*	-0,51	-0,12	0,46	-0,77
Proportion CA export 1998-2001	3,63**	12,12***	7,15***	-2,36	-0,63	-3,91**	-16***
Concentration sectorielle	-7,75	11,03	-7,68	-1,06	-5,09	0,46	10,08
Hétérogénéité technologiq sect.	-0,61	-4,85***	-1,48	0,3	2,72***	-0,39	4,31***
Poids sectoriel des pérennes	23,74**	-8,95	33,34***	-9,01	-20,22***	1,69	-20,59**
Evo 1998-2001 VA sect pérenne	8,61	-13,29	1,93	13,58	15,92	-11,74	-15,0
Evo 1998-2001 VA sect totale	-7,35	13,27	-3,71	-8,32	-21*	9,21	17,9

Champ : sociétés de CIS4 pérennes de 1998 à 2006, de l'industrie et des services, dont les données sont exploitables.

*** l'effet moyen a au plus 1 chance sur 100 de ne pas différer de zéro, ** l'effet moyen a au plus 5 chances sur 100 de ne pas différer de zéro, * l'effet moyen a au plus 10 chances sur 100 de ne pas différer de zéro

La probabilité que les effets moyens sans astérisque ne diffèrent pas de zéro n'est pas limitée.

(a) variable prise comme référence.

(b) taille du groupe auquel la société appartient éventuellement en 2001, la référence est entreprise indépendante.

Lecture : en moyenne, les sociétés de l'industrie de haute technologie réalisent la combinaison à dominante produit avec une probabilité qui dépasse de 6,85 points la probabilité que les sociétés de l'industrie de basse technologie (prise pour référence) réalisent la même combinaison, toutes choses observées égales par ailleurs. La probabilité qu'une société réalise la combinaison à dominante produit augmente en moyenne de 0,0654 points si sa masse salariale est 1 % plus forte en 2001 ($0,0654 = 6,54 \times 0,01$), les autres variables explicatives n'ayant pas changé. La probabilité moyenne de réaliser la combinaison à dominante produit est de 8,1 %. Cette probabilité passe à 8,17 % ($8,1 + 0,0654$) si la masse salariale augmente de 1 %.

TABEAU 3 (2)

Effets moyens, toutes choses observées égales par ailleurs, des variables sur la probabilité de réaliser les combinaisons d'innovations

Effets en points de probabilité

Services technologiques, intellectuels et services d'accueil ou d'appui 3 138 observations	Combinaisons d'innovations à dominante :						
	Produit procédé marketing	Produit procédé	Produit	Procédé	Marketing	Organisation seule	Sans innovation
Proportion (%) de sociétés ayant réalisé la combinaison	7,4	3,9	5	5,7	13,5	14,8	49,6
Services technologiques	7,6	0,61	7,62**	-4,55	-0,15	-0,6	-10,53**
Services d'accueil ou d'appui	-6,18***	-8,45***	-2,63**	-1,45	6,16***	-0,54	13,09***
Services intellectuels ^(a)	0	0	0	0	0	0	0
Groupe de plus de 5 000 salariés	0,39	1,7	2,73	1,79	2,71	1,26	-10,56***
Groupe de 250 à 5 000 salariés	-2,02	-0,7	-0,75	-0,76	2,31*	2	-0,08
Groupe de moins de 250 salariés	-0,07	1,92	-0,76	0,93	3,49**	1,37	-6,87***
Entreprise indépendante ^(a)	0	0	0	0	0	0	0
Log masse salariale 2001	0,49	-0,45	0,37	0,89	2,6	0,9	-4,81*
Log effectif salarié 2001	-0,94	0,66	-1,6	0,91	-1,74	-1,36	4,06*
Log immo corporelles 2001	2,18***	2,03***	1,29***	-0,78**	-0,75	-1,08**	-2,89***
Log immo incorporelles 2001	0,69***	-0,07	0,84***	-0,15	0,19	-0,13	-1,36***
Log immo financières 2001	-0,03	0,6**	-0,39	-0,08	0,04	-0,2	0,06
Log besoin fonds roult. 2001	-0,01	0,17**	0,06	0,03	-0,07	0,06	-0,24
Log part de marché 2001	0,27	-1,24	2,95***	-2,52***	0,38	-0,54	0,69
Log endettement 2001	0,24	0,3	-3,03***	1,93*	0,44	0,52	-0,4
Log charges financ. 2001	-0,33	-0,72**	-0,15	0,2	-0,21	0,27	0,95*
Évolution 1998-2001 masse salariale	4,2	-4,98	4,53	1,9	9,29	-5,4	-9,53
Évolution 1998-2001 effectif salarié	4,74	0,71	-2,68	-7,89	3,5	1,78	-0,16
Évolution 1998-2001 immo corporelles	3,14	4,47**	-1,49	-1,35	-6,08**	2,86	-1,56
Évolution 1998-2001 immo incorporelles	-0,93	-0,67	-0,14	-0,88	1,54	-0,02	1,09
Évolution 1998-2001 immo financières	-0,7	0,57	1,97**	-1,76*	0,15	0,92	-1,14
Évolution 1998-2001 part de marché	1,21	1,24	-0,75	5,88	-9,77**	4,39	-2,19
Log âge de la société	0,18	-1,13*	0,61	0,35	-2,37***	1,1	1,26
Proportion CA export 1998-2001	7,82***	7,13***	4	8,26***	-7,21	-2,92	-17,08***
Concentration sectorielle	2,02	0,4	-29	27,8**	4,61	-7,66	1,83
Hétérogénéité technologiq sect.	-2,96	-0,33	-2,97*	5,42***	2,04	-1,99	0,79
Poids sectoriel des pérennes	17,98	-28,7	38,7***	-59,39**	18,79	34,73*	-22,12
Évolution 1998-2001 VA sect pérenne	-1,32	28,37	-10,6	32,36	-66,86***	-8,21	26,26
Évolution 1998-2001 VA sect totale	21,36	-20,37	16,97	-43,07*	45,6**	14,73	-35,24

(a) variable prise comme référence

Dans l'industrie, l'homogénéité technologique d'un secteur favorise la réalisation de la combinaison à dominante produit et procédé, et l'hétérogénéité favorise la combinaison à dominante marketing. Dans les services, l'hétérogénéité technologique et la concentration sectorielle favorisent la réalisation de la combinaison à dominante procédé, tandis que l'homogénéité technologique favorise la réalisation de la combinaison à dominante produit. Les raisons de ces différences ne sont pas claires.

Quand ils sont significatifs, les effets moyens du renouvellement ou de la pérennisation des secteurs entre 1998 et 2001 nuancent, en le contrariant, l'effet du poids des pérennes dans les moyens de production des secteurs en 2004.

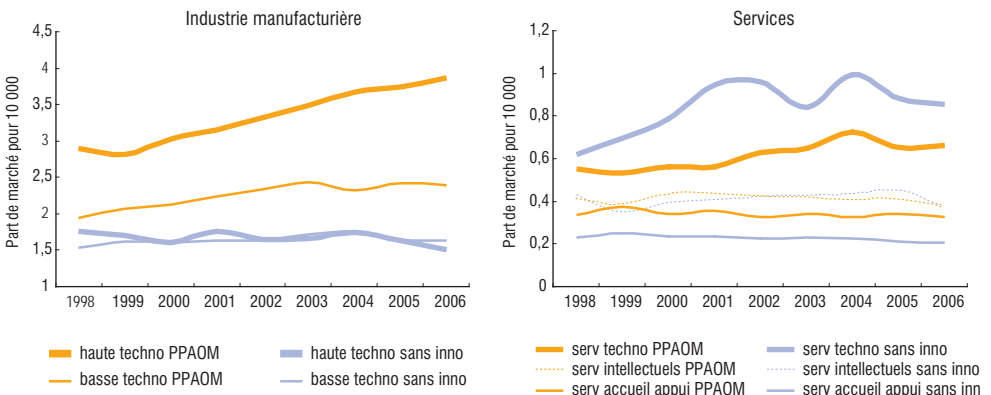
Les effets de la concentration sectorielle, de l'hétérogénéité technologique sectorielle et du poids des pérennes dans l'économie des secteurs en 2004 apparaissent plus nettement lorsque

la modélisation est réalisée séparément sur l'industrie de haute technologie et sur l'industrie de basse technologie. On constate notamment que, quand la concentration sectorielle favorise la réalisation d'une combinaison d'innovations, l'hétérogénéité technologique la favorise aussi. Quand la déconcentration la favorise, c'est l'homogénéité technologique qui la favorise aussi. Dans leur article, Askenazy, Cahn et Irac analysent la propension à innover en fonction du degré de concurrence et des différences de niveau technologique au sein des secteurs.

■ Les parts de marché médianes des sociétés innovantes sont supérieures à celles des sociétés non innovantes dans l'industrie, mais inférieures dans les services technologiques

La part de marché annuelle d'une société est ici la part du chiffre d'affaires de la société dans le chiffre d'affaires réalisé la même année par l'ensemble exhaustif des entreprises du même secteur en Nes 114 (source Ficus). Le graphique 1 représente l'évolution, dans chacun des regroupements de secteurs, des parts de marché médianes des sociétés qui, les unes ont innové au sens PPAOM (c'est-à-dire qui ont innové dans au moins l'une des 4 catégories d'innovations ou qui ont eu une activité d'innovation n'ayant pas débouché) et les autres n'ont pas innové. Les médianes sont calculées en pondérant la part de marché annuelle de chaque société de CIS4 restée pérenne de 1998 à 2006 (source Ficus) par son poids dans CIS4, établi pour 2004.

GRAPHIQUE 1
Évolution de la part de marché médiane des sociétés selon que les sociétés ont innové ou non entre 2002 et 2004



Champ : sociétés de CIS4 pérennes de 1998 à 2006, données exploitables.

Les médianes sont estimées en pondérant les observations par leur poids dans CIS4.

Dans les industries de haute et de basse technologies et dans les services d'accueil ou d'appui, la part de marché médiane des sociétés qui ont innové (au sens PPAOM) reste constamment supérieure, de 1998 à 2006, à celle des sociétés qui n'ont pas innové. Ceci confirme qu'en général, une grande taille favorise l'innovation. Mais, singulièrement, la part de marché médiane des innovantes reste constamment inférieure à celle des non innovantes dans les services technologiques. Dans ces services, où l'on innove beaucoup, la taille des innovantes ne dépasse la taille des non innovantes que parmi les 25 % des sociétés les plus grandes. Les parts de marché médianes des innovantes et des non innovantes sont sensiblement les mêmes dans les services intellectuels, qui innove peu.

Les différences ou similitudes de niveau des parts de marché médianes sont ainsi permanentes et dépendent surtout de la taille des sociétés. L'effet de l'innovation peut être approché par l'examen des différences de taux d'évolution des parts de marché médianes et non dans les différences de niveau. Selon le graphique 1, l'innovation favorise l'évolution de la part de marché médiane dans l'industrie de haute technologie et les services technologiques, mais pas dans l'industrie de basse technologie ni les services intellectuels. Elle les favorise plus modestement dans les services d'accueil ou d'appui.

Dans l'industrie manufacturière de haute technologie, les parts de marché médianes des sociétés, qui ont réalisé les combinaisons à dominante produit, procédé et marketing ou produit et procédé, étaient deux fois plus élevées en 2001 que la part de marché médiane des sociétés qui ont réalisé la combinaison à dominante produit, et trois fois plus élevées que les parts de marché médianes des sociétés qui ont réalisé les autres combinaisons, y compris celles qui n'ont pas innové (tableau 4). Les parts de marché médianes s'ordonnent selon des hiérarchies voisines de la précédente dans l'industrie manufacturière de basse technologie et dans les services intellectuels, avec toutefois des écarts moins marqués entre les médianes. Dans les services d'accueil ou d'appui, les parts de marché médianes des sociétés qui ont innové dépassaient relativement peu la part de marché médiane des non innovantes, sauf si la combinaison réalisée est à dominante produit, procédé et marketing : la part de marché médiane de cette combinaison était deux fois plus forte que celle des autres. À l'inverse, dans les services technologiques, la part de marché médiane des sociétés qui ont réalisé la combinaison à dominante produit, procédé et marketing était à nouveau, singulièrement, deux fois plus faible que celle des sociétés qui n'ont pas innové ou qui n'ont innové qu'en organisation.

TABLEAU 4
Niveaux et évolutions des parts de marché médianes, par combinaison

	Part de marché médiane en 2001*	Évolution 1998- 2001, % par an	Évolution 2002- 2006, % par an	Part de marché médiane en 2001*	Évolution 1998- 2001, % par an	Évolution 2002- 2006, % par an	Part de marché médiane en 2001*	Évolution 1998- 2001, % par an	Évolution 2002- 2006, % par an
Combinaison à dominante	Industrie de haute technologie			Industrie de basse technologie			Services technologiques		
Produit, procédé et marketing	7,53	17,1	-0,1	4,95	2,2	3,3	0,44	10	9,1
Produit et procédé	7,71	5,7	0,2	3,38	5,2	1,1	0,95	22,3	6,8
Produit	4	3,9	2,4	3,36	0,4	-6,4	0,39	6,1	10,8
Procédé	2,07	5,3	5,5	1,79	3,4	0,6	0,26	8	2
Marketing	2,17	0,2	-2,8	2,49	0,9	-0,6	1,16	3,2	-2,8
Organisation seule	1,25	6,1	11	1,26	0,2	2,1	0,76	11,8	0,4
Sans innovation	1,76	-0,7	-1,9	1,64	1,9	-0,3	0,95	15	-1,8
	Services intellectuels			Services d'accueil ou d'appui					
Produit, procédé et marketing	0,44	10	9,1	0,67	10,1	2,1	0,66	4,9	-3
Produit et procédé	0,95	22,3	6,8	0,56	9,3	-5	0,34	-4,1	-4,7
Produit	0,39	6,1	10,8	1,05	3,5	-3,6	0,29	0,8	-0,2
Procédé	0,26	8	2	0,42	8,1	-3,8	0,38	-0,4	-3,9
Marketing	1,16	3,2	-2,8	0,67	4,8	-2,8	0,35	0,4	-1,6
Organisation seule	0,76	11,8	0,4	0,29	-4	-1,7	0,26	-2,9	-0,1
Sans innovation	0,95	15	-1,8	0,41	-0,5	-1,7	0,24	0,6	-2,6

Champ : sociétés de CIS4 pérennes de 1998 à 2006, de l'industrie et des services, dont les données sont exploitables

* en ‰

Ces différences de niveau des parts de marché médianes sont seulement la déclinaison, par combinaison d'innovations, des différences de taille moyenne des sociétés par combinaison mentionnées plus haut, et des différences de niveau des parts de marché médianes entre les innovantes PPAOM et les non innovantes.

Les parts de marché médianes des sociétés qui ont réalisé les diverses combinaisons d'innovations évoluent de 2002 à 2006 sans confirmer ce qu'on attendait : les taux d'évolution ne sont pas de plus en plus faibles quand on passe des combinaisons d'innovations les plus complètes à la seule innovation d'organisation.

Cela tient en partie à des différences d'évolution conjoncturelle entre secteurs (Nes 114), autrement dit à des effets sectoriels, qui jouent sur l'évolution des médianes. Cela tient aussi en partie au fait que les sociétés étudiées sont pérennes entre 1998 et 2006. Leur part de marché tend fatalement à croître entre 2002 à 2006 si elle est particulièrement basse en 2001 : c'est ce qui leur permet d'être actives tout au long de la période retenue. Des coefficients de corrélation faiblement négatifs, non présentés, entre les évolutions de 2002 à 2006 et les niveaux en 2001 de la valeur ajoutée, de la taille ou des immobilisations des sociétés, indiquent des tendances analogues pour ces grandeurs. Les cas fréquents, où la part de marché médiane des sociétés qui ont réalisé une combinaison donnée évolue de 2002 à 2006 en compensant plus ou moins l'évolution antérieure 1998-2001 (*tableau 4*), suggèrent aussi ce phénomène de régression vers la moyenne.

■ Productivité globale des facteurs médiane

La productivité du travail est la valeur ajoutée rapportée à l'effectif salarié, la productivité du capital est la valeur ajoutée rapportée au capital mis en œuvre, et la productivité globale est la valeur ajoutée rapportée au travail et au capital, combinés conventionnellement. La productivité globale peut se calculer en combinant le travail et le capital selon les coefficients α et β d'une fonction de Cobb Douglas :

$\log(\text{valeur ajoutée}) = \alpha \log(\text{effectif salarié}) + \beta \log(\text{capital}) + \text{productivité globale.}$

Il n'est pas indispensable d'utiliser des méthodes économétriques sophistiquées pour estimer α , β et la productivité globale de chaque société. On peut supposer par exemple (Crépon, Leclair et Roux, 2004) que α est, dans un secteur donné une année donnée, la part de la masse salariale totale dans la valeur ajoutée totale des entreprises du secteur, et que $\beta = 1 - \alpha$ (hypothèse des rendements constants).

Selon ces suppositions, la productivité d'une société une année donnée est :

productivité globale =
 $\alpha (\log(\text{valeur ajoutée}) - \log(\text{effectif salarié})) + (1 - \alpha) (\log(\text{valeur ajoutée}) - \log(\text{capital})) =$
 $\alpha \log(\text{valeur ajoutée} / \text{effectif salarié}) + (1 - \alpha) \log(\text{valeur ajoutée} / \text{capital}) =$
 $\alpha \log(\text{productivité du travail}) + (1 - \alpha) \log(\text{productivité du capital}).$

Compte tenu de l'hypothèse des rendements constants, la productivité globale est ainsi une moyenne de la productivité du travail et de la productivité du capital pondérées respectivement par α et $1 - \alpha$.

Comme pour la part de marché, ce ne sont pas les différences de niveau entre sociétés une année donnée qui importent, mais les différences d'évolution d'une année à l'autre.

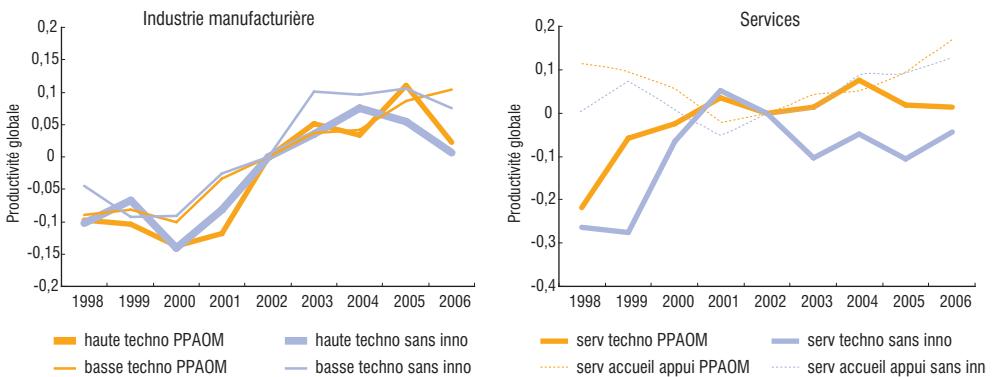
Les calculs de productivité globale dans l'industrie ne tiennent généralement compte que du capital en machines et équipements. Les bilans comptables des secteurs de services indiquent

que les immobilisations incorporelles (brevets, fonds de commerce par exemple) n'y sont pas négligeables. On devait donc prendre en compte le capital incorporel pour calculer la productivité. Le capital corporel est approximé par les immobilisations corporelles brutes du bilan, mais dans cette étude les terrains et bâtiments sont indûment compris dedans ; le capital incorporel est estimé par les immobilisations incorporelles brutes. Le capital des équations ci-dessus est la somme des deux catégories d'immobilisations.

Le graphique 2 représente les évolutions des productivités médianes des innovantes PPAOM et des non innovantes. L'innovation PPAOM paraît ne pas avoir d'effet tangible sur l'évolution de la productivité globale médiane, dans tous les regroupements de secteurs. L'effet des innovations n'apparaît pas, car les combinaisons les plus complètes sont les seules à avoir un effet : dans l'innovation PPAOM, ces combinaisons sont regroupées avec les combinaisons sans effet. En outre, des différences de productivité entre secteurs et la pérennité des sociétés masquent aussi l'effet des innovations, comme dans le cas des parts de marché médianes.

GRAPHIQUE 2

Évolution de la productivité globale des facteurs médiane des sociétés selon que les sociétés ont innové ou non entre 2002 et 2004



Champ : sociétés de CIS4 pérennes de 1998 à 2006, données exploitables.
Les médianes sont estimées en pondérant les observations par leur poids dans CIS4.

■ Les sociétés innovantes améliorent d'autant plus leurs performances par rapport aux non innovantes que la combinaison d'innovations est complète.

L'économétrie permet de prendre en compte les effets des secteurs et de la pérennité, en les séparant des effets apparents des combinaisons d'innovations au niveau de chaque société (encadré 3). Rappelons que les effets apparents résultent de la détermination simultanée des performances par les innovations et des innovations par les performances anticipées. Ce sont eux que l'on estime économétriquement quand on ignore le problème des déterminations simultanées.

ENCADRÉ 3

Économétrie : estimation des effets apparents (sans tenter de corriger l'endogénéité des variables explicatives)

Toutes les équations estimées sont de la forme suivante :

$$\Delta \log y_i = a + \sum b_k 1_{combi\ i\ k} + x_i c + \sum d_s 1_{i\ s}$$

$\Delta \log y_i$ est, par exemple, le taux annuel d'évolution de la part de marché de la société i entre 2002 et 2006. Afin de tenir compte des fluctuations temporelles des variables, toutes les évolutions sont mesurées dans cette étude par la pente obtenue en régressant les logarithmes des variables, y compris ceux de la productivité globale des facteurs, sur les années, ce qui revient à calculer une moyenne pondérée des taux d'évolution annuels qui se sont succédés de 2002 à 2006.

$1_{combi\ i\ k}$ est la variable indicatrice de la combinaison d'innovations k réalisée par la société et b_k l'effet apparent estimé de la combinaison sur l'évolution de la part de marché.

x_i est un vecteur de variables de contrôle destinées à isoler les effets de la pérennité des sociétés (les logarithmes des parts de marché, de la valeur ajoutée, de la masse salariale, des immobilisations corporelles et incorporelles en 2001 et les taux annuels d'évolution de ces variables de 1998 à 2001) et c est le vecteur des effets estimés de ces variables de contrôle.

$1_{i\ s}$ est la variable indicatrice qui désigne le secteur de la société en Nes 114 et d_s l'effet sectoriel estimé. Les effets sectoriels rendent compte des différences structurelles ou conjoncturelles entre secteurs. Ils prennent notamment en compte les différences d'évolution des prix entre secteurs car, dans cette étude, la valeur ajoutée, la masse salariale et les immobilisations sont toujours exprimées en valeur et jamais en volume.

Les équations sont estimées séparément dans chaque regroupement de secteurs.

Les immobilisations incorporelles inscrites au bilan peuvent être assez souvent nulles et, tous les ans environ, 1 % des sociétés ont une valeur ajoutée négative. Or, toutes les variables quantitatives qui figurent dans les régressions sont des logarithmes ou des différences de logarithmes. Les grandeurs nulles ont été mises à 0,5 et les valeurs négatives à 0,01 afin de prendre en compte leurs logarithmes. L'erreur ainsi commise est moins grande que celle qu'on peut faire en les excluant. Le saut que représente, une année donnée, l'inscription d'immobilisations incorporelles au bilan des sociétés après des années sans immobilisations pourrait justifier que l'évolution des immobilisations incorporelles soit plus sensible aux combinaisons d'innovations que les autres évolutions.

ENCADRÉ 3 (SUITE)

Les valeurs aberrantes ou excessives (de taux d'évolution par exemple) ont été exclues ou écrêtées. Les résultats présentés ne font état que des coefficients les plus significatifs. Ils ont été sélectionnés par l'option «stepwise» de la proc reg de Sas. Cette option choisit l'une après l'autre les variables explicatives des régressions en fonction de la probabilité, appelée «p-value», que leur coefficient ne diffère pas de zéro. La sélection commence par les variables les plus significatives, c'est-à-dire celles dont les coefficients ont les p-values les plus faibles. La sélection s'arrête quand les coefficients des variables non introduites dépassent tous le seuil de p-value retenu pour la sélection. Mais une variable déjà introduite est exclue si l'introduction d'une autre variable augmente sa p-value au-dessus du seuil. Le seuil utilisé ici est 0,15 : les variables explicatives absentes des tableaux ont au moins 15 chances sur 100 de ne pas différer de zéro.

Les évolutions de la part de marché et de la productivité globale de chaque société entre 2002 et 2006 sont décomposées économétriquement, d'une part en effets apparents des combinaisons d'innovations, d'autre part en effets de variables de contrôle : effets fixes sectoriels, effets de la pérennité des sociétés et autres effets, non attendus, indépendants de tout effet de survie des sociétés, tels par exemple que les aspects dynamiques de moyen terme des variations de productivité. Les variables de contrôle sont les niveaux en 2001, et les taux annuels d'évolution de 1998 à 2001, de la part de marché, de la valeur ajoutée, de la masse salariale et des immobilisations corporelles et incorporelles des sociétés. La valeur ajoutée, la masse salariale et les immobilisations sont liées à la productivité⁸.

Estimés ainsi, les effets apparents des combinaisons d'innovations sur l'évolution des parts de marché diminuent en tendance quand on passe de la combinaison à dominante produit, procédé et marketing à l'absence d'innovation, comme on pouvait s'y attendre *a priori* en raison du coût des combinaisons et des gains de parts de marché qu'assure *a priori* l'innovation de produit (tableau 5).

L'évolution de la productivité globale n'est favorisée que dans l'industrie et les services technologiques, et seulement dans les sociétés qui ont réalisé les combinaisons d'innovations les plus complètes, qui associent produit et procédé à marketing ou organisation. L'écart entre l'évolution de la productivité globale de ces sociétés et l'évolution de la productivité globale des autres sociétés est moindre que l'écart entre les évolutions correspondantes des parts de marché. Cela ne surprend pas, car l'évolution de la productivité globale est la fraction d'évolution de la valeur ajoutée que n'expliquent pas les évolutions de l'emploi et des capitaux mis en œuvre, que les innovations favorisent aussi.

Le tableau 5 illustre concrètement comment cela se produit. Outre les effets apparents estimés des combinaisons d'innovations sur les évolutions de la part de marché et de la productivité globale, il indique les effets sur les évolutions de la valeur ajoutée, de l'effectif salarié, des immobilisations corporelles et des immobilisations incorporelles. La masse salariale représente souvent 70 à 80 % de la valeur ajoutée dans un secteur (coefficient α), de sorte que la différence entre les taux d'évolution de la valeur ajoutée et de l'effectif salarié (cette différence est le taux d'évolution de la productivité du travail) approxime l'évolution de la productivité globale.

⁸ Dans les services d'accueil ou d'appui, et à un moindre degré dans les services technologiques, l'âge des entreprises (en 2006) défavorise l'évolution de certaines performances. Mais l'ajout de l'âge aux variables de contrôle ne change pas sensiblement les estimations des effets apparents des combinaisons d'innovations.

Ces informations supplémentaires du tableau enrichissent le diagnostic sur l'effet apparent des innovations. Plus les combinaisons d'innovations sont complètes, et coûteuses, et plus les performances évoluent favorablement. À combinaison d'innovations donnée, l'évolution est plus favorable dans l'industrie de haute technologie que dans l'industrie de basse technologie, elle l'est également plus dans les services technologiques que dans les services d'accueil ou d'appui et plus dans ceux-ci que dans les services intellectuels, où l'innovation a les effets les plus limités.

Ce sont les innovations de produit ou de procédé qui importent dans l'industrie, comme on le pense généralement. L'idée selon laquelle les innovations d'organisation ou de marketing profiteraient davantage aux services qu'à l'industrie n'est vérifiée que pour les seuls services d'accueil ou d'appui, à condition de la nuancer : elles profitent davantage aux services d'accueil ou d'appui qu'à l'industrie mais elles ne profitent pas plus à ces services que leurs innovations de produit ou procédé.

Les innovations de produit ou procédé priment en revanche dans les services technologiques, comme dans l'industrie. Plus précisément, les combinaisons où il y a innovation de produit sont plus bénéfiques que les autres dans l'industrie de haute technologie et les services technologiques. Or, par construction, ces regroupements de secteurs rassemblent les secteurs les plus innovants en produit. Si l'avantage dû à l'innovation de produit assurait la survie des sociétés qui la réalisent, les secteurs en cause tendraient à perdre d'abord leurs sociétés qui n'innovent pas en produit et à devenir ainsi de plus en plus innovants en produit.

Dans les services intellectuels, les innovations de produit associées aux innovations de procédé priment aussi. Dans ces secteurs, les sociétés qui ont réalisé la combinaison à dominante marketing perdraient même des parts de marché et réduiraient leur nombre de salariés par rapport aux sociétés qui n'ont pas innové. Les effets apparents des combinaisons sur l'évolution de l'effectif salarié sont estimés en ajoutant le logarithme de l'effectif salarié en 2001 aux variables de contrôle.

On peut estimer les effets apparents des combinaisons d'innovations sur la productivité globale de manière plus classique que ci-dessus, en calculant les coefficients α et β par l'économétrie⁹. Cela permet de distinguer les immobilisations corporelles et les immobilisations incorporelles dans la fonction de Cobb Douglas et d'estimer le coefficient β spécifique de chacune des deux catégories d'immobilisations. Selon les estimations, non présentées dans un tableau, les immobilisations incorporelles ont un effet faible sur l'évolution de la valeur ajoutée dans les secteurs où un effet pouvait être attendu : l'industrie de haute technologie, les services technologiques et les services intellectuels. Les effets des immobilisations incorporelles sont d'ailleurs probablement sous-estimés, comme cela se produit souvent quand on estime une fonction de Cobb Douglas en évolution (Griliches et Mairesse, 1997).

Les effets apparents des combinaisons estimés par cette méthode sont moins robustes que les effets du tableau 5. Ils confirment les ordres de grandeur des coefficients du tableau, comme eux ne sont significatifs que pour les combinaisons à dominante produit, procédé et marketing et produit et procédé, mais ne sont plus restreints à l'industrie et aux services technologiques : la combinaison à dominante produit, procédé et marketing favoriserait la productivité globale dans les services intellectuels et les services d'accueil ou d'appui.

⁹ Ces estimations ont été obtenues par les moindres carrés ordinaires. Elles sont biaisées car calculées en expliquant l'évolution de la valeur ajoutée de 2002 à 2006 par les évolutions simultanées de l'emploi et des immobilisations. Il aurait fallu instrumenter les évolutions de l'emploi et des immobilisations pour éviter le biais dû à la simultanéité. Avoir estimé α et β sans méthode économétrique évite les difficultés de l'instrumentation.

La littérature s'est intéressée aux effets de l'innovation sur l'emploi (Chennells et Van Reenen, 1999 ; Harrisson *et al.*, 2005). L'article de Chennells et Van Reenen en est un *survey*. Selon la littérature, l'innovation de produit induit en général une croissance de l'emploi, mais l'innovation de procédé ne fait pas consensus : des articles concluent qu'elle défavorise l'emploi, d'autres qu'elle le favorise et les troisièmes qu'elle n'a pas d'effet dessus.

Les équations qui estiment les effets des combinaisons sur la part de marché, la valeur ajoutée et les autres variables ont été estimées ici séparément : on n'a pas estimé globalement le système qu'elles forment. L'évolution de l'emploi est corrélée à l'évolution de la part de marché.

TABEAU 5
Effets apparents estimés des combinaisons d'innovations sur l'évolution des performances des sociétés entre 2002 et 2006

Industrie de haute technologie	Variables expliquées, taux annuels d'évolution de 2002 à 2006 de(s) :					
	Part de marché	Valeur ajoutée	Effectif salarié	Immo. corporelles	Immo. incorporelles	Productivité globale
Nombre d'observations	1 795	1 795	1 795	1 795	1 795	1 712
R ²	0,099	0,053	0,089	0,065	0,124	0,246
Constante	-0,594	0,071	-0,024	0,061	0,075	-0,129
Log de la masse salariale en 2001	0,034***				0,041***	0,039***
Log de l'effectif salarié en 2001			-0,025***			
Log des immo corporelles en 2001				-0,018***		
Log des immo incorporelles en 2001			-0,002**	-0,004**	-0,050***	0,006***
Log de la valeur ajoutée en 2001		-0,011***	0,013***	0,013***		-0,034***
Log de la part de marché en 2001	-0,041***				0,017***	-0,009***
Évolution 1998-2001 masse salariale	0,046	0,090***	0,026			0,070***
Évolution 1998-2001 immo corporelles				0,030*	0,067**	
Évolution 1998-2001 immo incorporelles		0,013*			-0,045***	
Évolution 1998-2001 valeur ajoutée	0,055**		0,035**	0,076***		-0,034
Évolution 1998-2001 part de marché						
Secteurs (Nes114)	Effets significat	Effets significat	Effets significat	Effets significat	Effets significat	Effets significat
Produit, procédé et marketing	0,058***	0,051***	0,044***	0,042***	0,067***	
Produit et procédé	0,052***	0,051***	0,038***	0,036***	0,044***	0,016**
Produit	0,033***	0,028***	0,020***	0,017*		
Procédé	0,030**	0,019	0,022***		0,053**	
Marketing	0,024					
Organisation seule	0,033**		0,023***			-0,015
Sans innovation	ref	ref	ref	ref	ref	ref

Champ : sociétés de CIS4 pérennes de 1998 à 2006, de l'industrie et des services, dont les données sont exploitables.

Les variables expliquées ne sont pas régressées sur les variables explicatives dont le coefficient a plus de 15 chances sur 100 de ne pas différer de zéro (elles ne diffèrent pas de zéro au seuil de 15 %). Elles n'ont pas de coefficient dans le tableau. Les combinaisons sans coefficient ont ainsi le même effet apparent sur l'évolution des performances que la combinaison de référence : sans innovation.

*** le coefficient a au plus 1 chance sur 100 de ne pas différer de zéro.

** le coefficient a au plus 5 chances sur 100 de ne pas différer de zéro.

* le coefficient a au plus 10 chances sur 100 de ne pas différer de zéro.

Les coefficients sans astérisque ont au plus 15 chances sur 100 de ne pas différer de zéro.

Lecture : toutes choses égales par ailleurs, de 2002 à 2006, le taux annuel d'évolution de la part de marché des sociétés qui ont réalisé la combinaison d'innovations à dominante produit, procédé et marketing dépasse de 5,8 points le taux annuel d'évolution de la part de marché des sociétés qui n'ont pas innové. L'écart avec les non innovantes est de 5,2 points pour les sociétés qui ont réalisé la combinaison à dominante produit et procédé. La productivité des sociétés qui n'innovent qu'en organisation évolue plus défavorablement que la productivité des non innovantes. Les coefficients qui rendent compte des effets sectoriels ne sont pas dans le tableau. La pérennité des sociétés transparait dans les coefficients négatifs des logarithmes des niveaux en 2001 des variables expliquées (le log de la part de marché en 2001 a un coefficient de -0,41 dans la régression qui explique le taux d'évolution de la part de marché, le log de la valeur ajoutée en 2001 a un coefficient de -0,11 dans la régression qui explique le taux d'évolution de l'effectif salarié).

TABEAU 5 (SUITE)

Industrie de basse technologie	Variables expliquées, taux annuels d'évolution de 2002 à 2006 de(s) :					
	Part de marché	Valeur ajoutée	Effectif salarié	Immo corporelles	Immo incorporelles	Productivité globale
Nombre d'observations	2 947	2 947	2 947	2 947	2 947	2 754
R ²	0,099	0,070	0,095	0,078	0,122	0,237
Constante	-0,775	0,270	-0,096	0,281	0,425	-0,041
Log de la masse salariale en 2001	-0,025***	-0,022***		-0,030***	-0,058***	0,019**
Log de l'effectif salarié en 2001			-0,040***			
Log des immo corporelles en 2001		-0,005*		-0,017***		0,008***
Log des immo incorporelles en 2001	0,003***	0,004***			-0,047***	0,003**
Log de la valeur ajoutée en 2001	0,072***		0,030***	0,024***	0,073***	-0,025***
Log de la part de marché en 2001	-0,056***	0,012***		0,013***	0,042***	-0,006
Évolution 1998-2001 masse salariale	0,111***	0,088***	0,073***	0,056**	0,088**	
Évolution 1998-2001 immo corporelles			-0,017*			
Évolution 1998-2001 immo incorporelles				-0,009	-0,023*	
Évolution 1998-2001 valeur ajoutée	-0,068**			0,086***		
Évolution 1998-2001 part de marché	0,063***		0,028*			
Secteurs (Nes114)	Effets significat	Effets significat	Effets significat	Effets significat	Effets significat	Effets significat
Produit, procédé et marketing	0,029***	0,034***	0,012**	0,023***	0,037**	0,016*
Produit et procédé	0,025***	0,026***	0,015*	0,021***	0,040***	
Produit						
Procédé	0,013*	0,018**	0,012**	0,018**	0,026	
Marketing	0,020**		0,011**		0,039**	
Organisation seule						
Sans innovation	ref	ref	ref	ref	ref	ref

TABLEAU 5 (SUITE)

Services technologiques	Variables expliquées, taux annuels d'évolution de 2002 à 2006 de(s) :					
	Part de marché	Valeur ajoutée	Effectif salarié	Immo corporelles	Immo incorporelles	Productivité globale
Nombre d'observations	599	599	599	599	599	556
R ²	0,121	0,058	0,072	0,107	0,094	0,133
Constante	-0,112	0,058	0,018	0,354	0,574	-0,003
Log de la masse salariale en 2001		-0,007*		-0,026***	0,022	0,010**
Log de l'effectif salarié en 2001						
Log des immo corporelles en 2001			-0,005*		-0,029***	
Log des immo incorporelles en 2001					-0,028***	
Log de la valeur ajoutée en 2001						-0,009***
Log de la part de marché en 2001	-0,011***			0,018***	0,039***	
Évolution 1998-2001 masse salariale						0,071**
Évolution 1998-2001 immo corporelles	0,086***		0,058***	0,077***	0,159***	
Évolution 1998-2001 immo incorporelles	-0,037***		-0,020*	-0,051***	-0,074**	
Évolution 1998-2001 valeur ajoutée				0,105**		-0,108***
Évolution 1998-2001 part de marché	0,072**	0,103***	0,082***	0,077		
Secteurs (Nes114)	Effets significat	Sans effets	Effets significat	Effets significat	Effets significat	Effets significat
Produit, procédé et marketing	0,050***	0,050***				0,022**
Produit et procédé	0,049***	0,057***		0,046**		
Produit	0,054***	0,047***		0,048**		
Procédé		0,044*	0,035*			
Marketing						
Organisation seule						
Sans innovation	ref	ref	ref	ref	ref	ref

Les innovations n'ont pas d'effet apparent sur l'évolution des immobilisations incorporelles (leur coefficient ne diffère pas de zéro au seuil de 15 %). La régression de l'évolution de la valeur ajoutée est également sans effet fixe sectoriel significatif.

TABLEAU 5 (SUITE)

Services intellectuels	Variables expliquées, taux annuels d'évolution de 2002 à 2006 de(s) :					
	Part de marché	Valeur ajoutée	Effectif salarié	Immo. corporelles	Immo. incorporelles	Productivité globale
Nombre d'observations	837	837	837	837	837	788
R ²	0,048	0,026	0,04	0,051	0,083	0,161
Constante	-0,077	0,104	0,101	0,157	0,066	-0,041
Log de la masse salariale en 2001		-0,013***	-0,013***	-0,017***		0,019***
Log de l'effectif salarié en 2001						
Log des immo corporelles en 2001					0,031***	-0,019***
Log des immo incorporelles en 2001		0,004			-0,040***	
Log de la valeur ajoutée en 2001						
Log de la part de marché en 2001	-0,008***					
Évolution 1998-2001 masse salariale			-0,103**			
Évolution 1998-2001 immo corporelles		0,026		0,052**		0,020
Évolution 1998-2001 immo incorporelles				-0,023*	-0,054**	
Évolution 1998-2001 valeur ajoutée	0,065***		0,124***		0,214***	-0,068***
Évolution 1998-2001 part de marché				0,086***		
Secteurs (Nes114)	Effets significat	Effets significat	Effets significat	Effets significat	Effets significat	Effets significat
Produit, procédé et marketing	0,026*	0,032**				
Produit et procédé			0,022		0,094**	
Produit						
Procédé						
Marketing	-0,032**		-0,021*			
Organisation seule						
Sans innovation	ref	ref	ref	ref	ref	ref

Les innovations n'ont pas d'effet apparent sur l'évolution de la productivité globale ni sur celle des immobilisations corporelles.

TABEAU 5 (SUITE)

Services d'accueil ou d'appui	Variables expliquées, taux annuels d'évolution de 2002 à 2006 de(s) :					
	Part de marché	Valeur ajoutée	Effectif salarié	Immo. corporelles	Immo. incorporelles	Productivité globale
Nombre d'observations	1 701	1 702	1 702	1 702	1 702	1 572
R ²	0,064	0,037	0,040	0,040	0,076	0,063
Constante	-0,439	0,054	-0,062	0,055	0,248	0,018
Log de la masse salariale en 2001	0,012*		0,021**	0,010**	0,019*	
Log de l'effectif salarié en 2001			-0,035***			
Log des immo corporelles en 2001			-0,005**	-0,013***		0,003**
Log des immo incorporelles en 2001					-0,040***	
Log de la valeur ajoutée en 2001	0,009*	-0,006**	0,010**			
Log de la part de marché en 2001	-0,028***				0,018*	
Évolution 1998-2001 masse salariale	0,032*	0,066**		0,066*		
Évolution 1998-2001 immo corporelles		0,042**	0,034**			
Évolution 1998-2001 immo incorporelles				0,015*		
Évolution 1998-2001 valeur ajoutée		-0,057*		0,090**		-0,114***
Évolution 1998-2001 part de marché				-0,108***		0,115***
Secteurs (Nes114)	Effets significat	Effets significat	Effets significat	Effets significat	Effets significat	Effets significat
Produit, procédé et marketing	0,054***	0,045***	0,045***	0,023	0,100***	
Produit et procédé			0,041**			
Produit	0,029*		0,034**			
Procédé	0,041***	0,026**	0,032**			
Marketing	0,036***	0,027***	0,033***			
Organisation seule	0,042***	0,038***	0,037***	0,027**		
Sans innovation	ref	ref	ref	ref	ref	ref

Les innovations n'ont pas d'effet apparent sur l'évolution de la productivité globale.

■ Endogénéité de variables indicatrices des combinaisons d'innovations

Les innovations sont réalisées entre 2002 et 2004, soit dans la période 2002-2006 au cours de laquelle on observe leurs effets. En raison de cette simultanéité, les effets des innovations estimés économétriquement plus haut peuvent être biaisés par rapport aux effets réels (Robin, 2000). Les combinaisons d'innovations et l'évolution des performances peuvent en effet se déterminer mutuellement. Les combinaisons et les évolutions sont alors à la fois cause et effet, de sorte qu'il faut recourir à un système d'équations simultanées pour modéliser le processus, les unes expliquant les évolutions par les combinaisons, les autres expliquant les combinaisons par les évolutions (encadré 4).

La simultanéité peut engendrer des biais par d'autres mécanismes que celui supposé ci-dessus et les biais peuvent aussi avoir d'autres causes que la simultanéité. Par exemple, le fait d'avoir innové ou non est une réponse qualitative à l'enquête, laissée à l'appréciation du répondant. Il en résulte des fluctuations, limitées, des réponses, qui sont des «erreurs sur les variables explicatives». Or de telles erreurs biaisent les estimations.

Quel que soit le mécanisme, tout se passe comme si les coefficients des variables explicatives mesuraient l'effet d'une variable cachée en plus de l'effet qu'ils sont censés mesurer. De telles variables explicatives, en l'occurrence les combinaisons d'innovations, sont dites endogènes.

Quel que soit le mécanisme, on peut éliminer l'effet de la variable cachée par la méthode des « doubles moindres carrés » : il s'agit d'estimer, dans une première étape, la probabilité de réaliser les combinaisons d'innovations et, dans une seconde étape, l'effet des probabilités estimées (à la première étape) sur les évolutions. La variable cachée n'est alors plus corrélée à la probabilité estimée, si bien que le coefficient associé n'est plus biaisé. Les doubles moindres carrés sont par ailleurs une méthode de résolution des systèmes d'équations simultanées. Plus haut, on a ignoré la première étape et ainsi simplifié la modélisation au prix de biais éventuels.

Pour appliquer une telle méthode, on a besoin d'« instruments » qui expliquent la probabilité d'innover sans affecter directement les variables dépendantes. Malheureusement, les instruments disponibles envisagés - ce sont les variables du logit multinomial qui expliquent la probabilité de réaliser les différentes combinaisons d'innovations, les cinq variables quantitatives sectorielles du logit étant remplacées par les variables indicatrices du secteur des sociétés - n'expliquent pas suffisamment bien l'occurrence des combinaisons pour qu'on puisse estimer à la seconde étape les effets réels plausibles des combinaisons sur les performances.

Si la tentative d'estimation des effets réels avait abouti, la première étape des doubles moindres carrés aurait consisté, non pas à modéliser en bonne et due forme la probabilité de réalisation des différentes combinaisons d'innovations, mais à régresser les variables indicatrices de ces combinaisons - la variable indicatrice d'une combinaison vaut 1 si la combinaison est réalisée et 0 si elle ne l'est pas - sur les instruments, comme le préconise un article de Heckman et MaCurdy (1985). Les régresser aurait facilité la suite des estimations par les doubles moindres carrés.

ENCADRÉ 4 Économétrie avec tentative de correction de l'endogénéité des variables explicatives

Supposons pour simplifier que l'on cherche à estimer l'effet de la seule innovation PPAOM sur l'évolution $\Delta \log y_i$. L'équation à estimer est alors l'équation (1) ci-dessous, où x_{1i} est un vecteur qui réunit l'ensemble des variables de contrôle, y compris les indicatrices d'appartenance sectorielle.

Si les sociétés innover en fonction de l'évolution anticipée de leurs performances et que l'on peut modéliser l'éventualité d'innover par une régression linéaire, l'indicatrice d'innovation se calcule selon l'équation (2), où x_{2i} désigne les déterminants de l'innovation.

$$\Delta \log y_i = a_1 + b_1 \mathbf{1}_{ppaomi} + x_{1i} c_1 + u_{1i} \quad (1)$$

$$\mathbf{1}_{ppaomi} = a_2 + b_2 \Delta \log y_i + x_{2i} c_2 + u_{2i} \quad (2)$$

L'élimination de $\Delta \log y_i$ entre les deux équations conduit à l'équation (3), qui se condense sous la forme de l'équation (4).

$$1_{ppaomi} (1 - b_1 b_2) = a_2 + b_2 a_1 + b_2 x_{1i} c_1 + x_{2i} c_2 + b_2 u_{1i} + u_{2i} \quad (3)$$

$$1_{ppaomi} = a'_2 + x_{1i} c'_1 + x_{2i} c'_2 + v_{ppaomi} \quad (4)$$

L'équation (4) est l'équation de l'instrumentation des indicatrices des combinaisons d'innovations, à estimer à la première étape de la méthode des doubles moindres carrés.

À la seconde étape, on remplace les indicatrices des combinaisons d'innovations de l'équation (1) par leur valeur estimée par l'équation (4), soit :

$$\hat{1}_{ppaomi} = \hat{a}'_2 + x_{1i} \hat{c}'_1 + x_{2i} \hat{c}'_2$$

si on estime l'effet de l'innovation PPAOM.

L'équation (1) estimée par les doubles moindres carrés est ainsi :

$$\Delta \log y_i = a_1 + b_1 \hat{1}_{ppaomi} + x_{1i} c_1 + v_i$$

Les R^2 et les F des régressions des indicatrices des combinaisons sur les instruments envisagés (équation 4) indiquent que les indicatrices sont trop faiblement corrélées aux instruments pour que les tests usuels, comme le test de Student, puissent être employés pour mesurer la significativité des coefficients à la seconde étape. Selon la littérature (Staiger, Stock, 1997), les F doivent dépasser 10. Qui plus est, les instruments étant faibles, c'est-à-dire expliquant trop peu les variables endogènes, les effets des combinaisons d'innovations s'identifient difficilement à la seconde étape : les coefficients estimés s'écartent facilement des vrais coefficients et les tests usuels ne détectent pas les biais (Zivot, Startz, Nelson, 1998).

La littérature préconise plusieurs tests alternatifs aux tests usuels quand les instruments sont faibles. L'un d'eux a été proposé en 1949 par Anderson et Rubin (Dufour, Taamouti, 2005). Il ne dépend que des variables explicatives du modèle économétrique et non d'estimations résultant du modèle, au contraire du test de Student. Il est donc robuste aux instruments faibles.

Selon le test d'Anderson et Rubin, la plupart des coefficients des indicatrices que l'on peut estimer par les doubles moindres carrés dans le cas présent ont un intervalle de confiance non borné. Dès lors, les coefficients estimés sans instrumentation par les moindres carrés ordinaires ne sont pas moins plausibles statistiquement que ceux obtenus par les doubles moindres carrés. En revanche, ils sont plus raisonnables que ceux, fréquemment aberrants, des doubles moindres carrés.

Bibliographie

- Afsa Essafi C., « Les modèles logit polytomiques non ordonnés : théorie et applications », *document de travail Insee, série Méthodologie statistique*, n° 0301.
- Askenazy P., Cahn C., Irac D., « Déterminants du niveau d'innovation dans les PME », *bulletin de la Banque de France*, 2007, n° 165.
- Cainelli G., Evangelista R., Savona M., « Innovation and economic performance in services : a firm-level analysis », *Cambridge Journal of Economics*, 2006, 30.
- Chennells L., Van Reenen J., « Has technology hurt less skilled workers ? », *The institute for fiscal studies, Working paper Series n° W99/27*, 1999.
- Cordellier Ch., « Les innovations dans les services marchands », *Insee première*, 2007, n° 1130.
- Crépon B., Leclair M., Roux S., « RTT, productivité et emploi : nouvelles estimations sur données d'entreprises », *Économie et statistique*, 2004, n° 376-377.
- Doloreux D., Muller E., « The key dimensions of knowledge-intensive business services (KIBS) analysis : a decade of evolution », *Fraunhofer Institut for Systems and Innovation Research, Working papers firms and regions U1/2007*.
- Dufour J. M., Taamouti M., « Projection-based statistical inference in linear structural models with possibly weak instruments », *Econometrica*, 2005, vol. 73, n° 4.
- Griliches Z., Mairesse J., « Production functions : the search for identification », *document de travail n° 9730 du Crest-Insee*, 1997.
- Harrison R., Jaumandeu J., Mairesse J., Peters B., « Does innovation stimulate employment ? A firm level analysis using comparable micro data on four european countries », *MPRA, Paper n°1245*, 2005.
- Heckman J. J., MaCurdy T. E., « A simultaneous equations linear probability model », *The Canadian Journal of Economics / Revue canadienne d'Économique*, 1985, vol. 18, n°1.
- Klette T.J., Johansen F., « Accumulation of R & D capital and dynamic firm performance : a not so fixed effect model », *Annales d'économie et statistique*, 1998, n° 49/50.
- Kremp E., Rousseau S., « Un quart des entreprises innovent », *Le 4 pages du Sessi*, 2006, n° 222.
- Planès B., Bardos M., Avouyi-Dovi S., Sevestre P., « Financement des entreprises industrielles innovantes : contraintes financières et risques », *Bulletin de la Banque de France*, 2002, n° 98.
- Robin J. M., « Modèles structurels et variables explicatives endogènes », *document de travail Insee, série Méthodologie statistique*, n° 0002.
- Savignac F., « The impact of financial constraints on innovation : what can be learned from a direct measure ? », *Notes d'études et de recherches*, Banque de France, juin 2007, n° 169.
- Staiger D., Stock J. H., « Instrumental variables regression with weak instruments », *Econometrica*, 1997, vol. 65, n° 3.
- Zivot E., Startz R., Nelson C., « Valid confidence intervals and inference in the presence of weak instruments », *International Economic Review*, 1998, vol. 39, n° 4.

Annexe 1

■ Nombre de sociétés avant et après appariement avec les Ficus des années 1998 à 2006

	non pondéré	pondéré
Ensemble de l'échantillon CIS4	20 672	183 675
dont industrie manufacturière	6 081	35 474
dont services	5 484	53 771
Sociétés de CIS4 présentes dans les Ficus de 1998 et 2006		
Industrie manufacturière	5 285	30 169
Services	3 894	36 489
Sociétés de CIS4, pérennes de 1998 à 2006, dont les données sont exploitables		
Industrie manufacturière	4 744	27 886
<i>soit en % du nombre de sociétés industrielles de l'échantillon</i>	78	79
Services	3 156	29 688
<i>soit en % du nombre de sociétés de services de l'échantillon</i>	58	55

Chaque société a un poids (appelé weightnr) dans l'échantillon CIS4.

Champ : CIS4.

Annexe 2

■ Nombre d'observations par combinaison d'innovations

	Ensemble	Produit procédé marketing	Produit procédé	Produit	Procédé	Marketing	Organisation seule	Sans innovation
Ensemble	7 900	906	1 032	772	738	835	750	2 867
Industrie manufacturière	4 744	553	809	542	498	367	444	1 531
dont haute technologie	1 799	283	393	298	154	103	148	420
dont basse technologie	2 945	270	416	244	344	264	296	1 111
Services	3 156	353	223	230	240	468	306	1 336
dont technologiques	481	117	78	66	29	44	48	99
dont intellectuels	841	105	86	76	62	110	97	305
dont d'accueil ou d'appui	1 834	131	59	88	149	314	161	932

Champ : sociétés de CIS4 pérennes de 1998 à 2006, de l'industrie et des services, dont les données sont exploitables.

La participation des entreprises aux PCRD européens et ses impacts : une comparaison France/Pays-Bas

Stéphane Robin¹

Ronald Dekker²

Alfred Kleinknecht³

Résumé

Ce travail vise à identifier les caractéristiques des entreprises participant à un programme cadre pour la R & D (PCRD), et à évaluer l'impact de cette participation sur leurs activités innovantes. Nous proposons une comparaison France/Pays-Bas exploitant les enquêtes communautaires sur l'innovation CIS3 et CIS4. Afin de tenir compte de la temporalité longue des PCRD, nous mobilisons un échantillon d'entreprises résultant de l'appariement de CIS3 et CIS4. L'analyse suggère que les participants aux PCRD appartiennent à « l'élite » des entreprises innovantes européennes. L'estimation de modèles Tobit généralisés montre que l'effet des PCRD est assez diffus. En France, l'effet des PCRD est très proche de celui des instruments nationaux de soutien à l'innovation : ces deux types d'aides permettent à des entreprises de devenir innovantes (en produit), mais ne conduisent pas à une intensité d'innovation supérieure à celle des autres innovateurs. Les effets estimés sur les investissements en R & D sont également très proches, mais seul celui des instruments nationaux est significatif et robuste à toutes les spécifications du modèle. Aux Pays-Bas, les PCRD n'ont d'impact ni sur l'innovation de produit, ni sur les dépenses de R & D, contrairement aux instruments nationaux, qui accroissent la probabilité d'innover, la probabilité d'investir en R & D, et le niveau des investissements en R & D. Une analyse menée sur les seules PME aboutit à des résultats similaires. En conclusion, notre analyse suggère que les 4^e et 5^e PCRD n'ont pas eu un effet d'entraînement supérieur à celui des politiques nationales d'aide à l'innovation. Cela pourrait changer si les PCRD devenaient plus simples et plus lisibles, et permettaient dès lors aux entreprises de mieux cerner les retombées potentielles de la participation.

¹ BETA – université de Strasbourg (robin@cournot.u-strasbg.fr).

² Université technologique de Delft (Ronald.Dekker@tudelft.nl).

³ Université technologique de Delft (A.H.Kleinknecht@tudelft.nl).

■ Introduction

Depuis l'an 2000, l'Union européenne (UE) s'applique à mettre en œuvre la stratégie dite «de Lisbonne», qui vise à faire de l'économie européenne « l'économie de la connaissance la plus dynamique et la plus compétitive du monde » (Commission européenne, 2004, p. 7). Les programmes cadres pour la R & D (PCRD)⁴ constituent le principal outil de politique économique pour atteindre cet objectif ambitieux. Le levier d'action privilégié au sein des PCRD est le développement de collaborations à des fins de recherche. Les PCRD encouragent non seulement les collaborations entre des entreprises, mais aussi les collaborations entre des entreprises et des laboratoires de recherche publics (laboratoires universitaires par exemple).

La littérature théorique (par exemple, Kamien *et al.*, 1992) souligne que la recherche menée en collaboration peut procurer aux entreprises deux avantages : premièrement le partage des coûts de la R & D (qui pourraient se révéler dissuasifs pour une firme seule) et deuxièmement un gain en efficacité dans le processus de R & D, provenant de l'élimination des redondances dans l'effort de recherche des entreprises qui collaborent. Dans une économie où de telles collaborations sont nombreuses et/ou fréquentes, le niveau global d'investissement en R & D devrait donc être supérieur à celui d'une économie où les entreprises conduisent leurs activités de R & D de manière indépendante. L'augmentation des collaborations en R & D au sein d'une économie peut avoir des retombées positives pour l'économie dans son ensemble si l'accroissement des investissements en R & D qui en résulte s'accompagne de gains de productivité.

Benfratello et Sembenelli (2002) soulignent que la politique d'innovation européenne a fait des collaborations en R & D son principal instrument car l'UE mise précisément sur de tels effets. Les retombées attendues pour l'économie européenne d'une généralisation des collaborations de recherche sont : (1) un accroissement des investissements en R & D et de leur efficacité pouvant générer (2) des gains de productivité conduisant eux-mêmes à (3) un accroissement de la compétitivité européenne au sein de l'économie mondiale.

En tant qu'instrument de politique économique, les collaborations en R & D peuvent toutefois se heurter à divers obstacles. Parmi ces obstacles, la littérature met souvent l'accent sur les comportements opportunistes de type « passager clandestin ». Dans les collaborations scientifiques, ce comportement consiste notamment à utiliser les résultats de ses partenaires, tout en leur dissimulant l'étendue de ses propres avancées. L'existence de tels comportements peut dissuader certaines entreprises de s'engager dans des collaborations. Les PCRD sont censés fournir un cadre permettant de circonvenir les comportements opportunistes. Mais ce cadre peut générer d'autres problèmes, comme l'accroissement du fardeau administratif pour les organisations désirant participer à un projet financé par un PCRD (Marin, Siotis, 2008). Les PCRD fixent en effet des conditions d'éligibilité strictes, et les autorités de l'UE assurent une forte orientation et un suivi régulier des projets retenus. En termes de dépenses publiques, cela signifie que des frais (de gestion et de contrôle) non négligeables s'ajoutent aux fonds nécessaires pour financer les projets eux-mêmes.

Dans ce contexte, il est légitime de poser la question de l'efficacité des PCRD. Une analyse coûts/bénéfices n'est toutefois guère envisageable, car les retombées des PCRD sont difficiles à mesurer précisément, en raison de la nature très générale des objectifs donnés à ces programmes par l'UE (Luukkonen 1998). Dans ces conditions, répondre à la question de l'efficacité consiste avant tout à déterminer si les PCRD conduisent à une amélioration de la capacité d'innovation des firmes européennes. Si tel est le cas, alors l'utilité des PCRD sera (au moins partiellement) avérée.

⁴ Aussi appelés programmes cadres pour la recherche et le développement technologique (PCRD). Nous utiliserons l'abréviation plus concise PCRD car il s'agit de la dénomination utilisée dans le questionnaire français des 3^e et 4^e enquêtes européennes sur l'innovation (CIS3 et CIS4).

Dans le cas contraire, ils pourraient apparaître comme des instruments de politique économique aussi coûteux qu'inutiles. La rareté des sources statistiques disponibles explique qu'il n'existe que très peu d'études ayant tenté de répondre à cette question à l'aide d'une analyse micro-économétrique (Benfratello, Sembenelli, 2002, constituent une exception).

Le présent travail – qui demeure, à bien des égards, exploratoire – tente de combler ce manque en proposant une étude comparative France/Pays-Bas à partir des données des enquêtes communautaires sur l'innovation (CIS). Nous examinerons tout d'abord les déterminants de la participation à un projet financé par un PCRD, puis l'impact de cette participation sur les ventes de produits innovants et les investissements en R & D.

Tout d'abord, les données utilisées sont présentées en précisant leur mode d'utilisation et en soulignant l'intérêt et l'originalité de l'analyse proposée. Ensuite, la stratégie empirique retenue est décrite et les modèles économétriques utilisés pour la mener à bien. Enfin, les résultats obtenus sont commentés.

■ Les sources statistiques et leur utilisation

Pour mener à bien notre analyse, nous utilisons les deux dernières vagues de l'Enquête Communautaire sur l'Innovation : CIS3, qui couvre la période 1998-2000 et CIS4, qui concerne la période 2002-2004. Cette enquête est conduite tous les quatre ans dans les différents États membres de l'Union européenne sous la coordination d'Eurostat. Il s'agit d'une enquête harmonisée qui se prête tout particulièrement aux comparaisons internationales. L'enquête s'appuie sur un questionnaire commun à tous les États participants, auquel s'ajoute un questionnaire complémentaire dont le contenu peut varier d'un État à l'autre. Le questionnaire commun fournit des informations sur les activités de R & D, l'innovation de produit ou de procédés, les facteurs freinant l'innovation et les effets de l'innovation. Le questionnaire complémentaire fournit des informations sur des sujets dont l'importance ne fait pas l'objet d'un consensus entre tous les États (par exemple, les innovations de marketing ou les innovations organisationnelles sont couvertes par le questionnaire complémentaire en France, mais pas dans tous les pays).

Notre analyse propose une comparaison France/Pays-Bas, ce qui constitue en soi une première originalité. Le choix de ces deux pays se justifie par un résultat que soulignent Hernan *et al.* (2003), au terme de leur analyse de la participation aux partenariats de recherche en Europe : les entreprises des grands pays européens (Allemagne, France, Royaume-Uni et Italie) participent moins à des partenariats transfrontaliers que celles des pays de plus petite taille (avec une population plus faible). Cela s'explique par une plus grande facilité pour les premières à trouver des partenaires à l'intérieur de leur propre pays. En particulier, par rapport aux Pays-Bas (pays de référence dans l'analyse de Hernan *et al.*, 2003), la France a une probabilité de participation très significativement inférieure. Il est donc intéressant, dans notre analyse, de contraster ces deux pays : le premier illustrera le cas d'une petite économie ouverte, et le second celui d'une économie de plus grande taille disposant d'un large marché intérieur⁵.

La seconde originalité de notre travail est qu'il mobilise simultanément, en les appariant, les deux dernières vagues de l'enquête CIS. Procéder à cet appariement présente certains inconvénients : tout d'abord, cela implique de travailler sur un échantillon par nature assez restreint, constitué des seules entreprises présentes dans les deux vagues. Or, restreindre l'échantillon à ces entreprises introduit un biais de sélection : par exemple, les entreprises « survivantes » d'une vague à l'autre risquent d'être systématiquement plus grandes ou plus performantes (caractéristiques qui

⁵ À titre indicatif, au 01/01/2008, les Pays-Bas et la France comptaient respectivement 16,4 et 63,8 millions d'habitants (Source : INSEE, http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?reg_id=98&ref_id=CMPFPS02136).

augmentent leurs chances de sélection aux deux périodes). Il est donc nécessaire, à tout le moins, de prendre certaines précautions lors de l'interprétation de résultats économétriques obtenus à partir d'un tel échantillon apparié.

Toutefois, recourir à l'échantillon apparié CIS3-CIS4 présente pour notre étude deux avantages qui contrebalancent ces inconvénients. D'une part, les PCRD financent surtout des projets exploratoires : il est donc nécessaire de disposer d'un recul temporel suffisamment long pour pouvoir espérer en mesurer les effets (Luukkonen, 1998). Ainsi, chercher à mesurer l'impact de la participation à un PCRD pendant une période donnée sur les ventes de nouveaux produits pendant cette même période n'est pas vraiment approprié : les innovations éventuelles générées par ce PCRD risquent en effet de ne pas être commercialisées avant la période suivante. D'autre part, tous les travaux consacrés aux partenariats de recherche en Europe soulignent que l'implication antérieure a une influence déterminante sur la probabilité de développer une nouvelle collaboration (Hernan *et al.*, 2003 ; Marin, Siotis, 2008). En particulier, la probabilité de participer à un PCRD est plus importante pour les entreprises ayant déjà une expérience des collaborations en R & D. Recourir à l'échantillon apparié permet de tenir compte à la fois de ce phénomène cumulatif, et de la temporalité longue des PCRD, par exemple en utilisant des variables retardées (tirées de CIS3) pour expliquer des grandeurs observées pendant la période couverte par CIS4.

En France, l'enquête CIS4 fournit un échantillon de 20 672 entreprises, représentatives des entreprises de 10 salariés ou plus opérant dans l'industrie et les services. L'échantillon fourni par l'enquête CIS3 comprend 7 016 entreprises opérant pour l'essentiel dans l'industrie (y compris agroalimentaire). L'enquête CIS3 ne couvre que quelques secteurs spécifiques des services : commerce de gros, R & D, banques et assurances, télécommunications et services informatiques. L'échantillon est représentatif des entreprises de 20 salariés ou plus dans l'industrie, et des entreprises de 10 salariés ou plus dans les services. L'appariement des deux enquêtes donne, après nettoyage, un échantillon de 2 460 entreprises, qui représente 35 % de CIS3 et 12 % de CIS4. Aux Pays-Bas, les enquêtes CIS3 et CIS4 fournissent deux échantillons de tailles presque identiques : 10 853 entreprises pour CIS4, et 10 750 pour CIS3. Le plan de sondage de chaque enquête est similaire à celui utilisé en France. Après nettoyage, l'appariement des deux enquêtes néerlandaises conduit à un échantillon de 2 945 entreprises, ce qui représente environ 27 % de chaque vague. Dans chaque pays, le nettoyage des données consiste à éliminer les valeurs extrêmes, en suivant les critères usuels. Nous éliminons ainsi les entreprises dont le chiffre d'affaires a augmenté ou diminué de plus de 100 % entre 1998 et 2000. Plus généralement, pour chaque variable continue x utilisée dans les régressions, nous ne conservons que les observations x_i telles que $|x_i - q_2| \leq 5.(q_3 - q_1)$, où q_j ($j = 1, 2, 3$) représente les quartiles de la distribution de x (q_2 est donc la médiane).

Le tableau 1.A (page suivante) présente des statistiques descriptives permettant de comparer les distributions de quelques variables-clés dans les trois échantillons (CIS3, CIS4 et échantillon apparié). Dans les deux pays, les grandes entreprises sont surreprésentées dans l'échantillon apparié : en France, la taille moyenne des entreprises est de 730 salariés dans cet échantillon, contre 275 dans CIS4 et 407 dans CIS3. Aux Pays-Bas, où la taille moyenne des entreprises est plus petite qu'en France, nous retrouvons le même biais : la moyenne est de 259 salariés dans l'échantillon apparié, contre 172 dans CIS4 et 158 dans CIS3. Le tableau 1.A révèle qu'un biais similaire apparaît pour le chiffre d'affaires en France, mais pas aux Pays-Bas. En France, les firmes appartenant à un groupe se retrouvent également en plus grande proportion dans l'échantillon apparié, ce qui n'est pas le cas aux Pays-Bas.

En France, la proportion d'entreprises innovantes *lato sensu* et la proportion d'entreprises ayant développé des innovations de produit sont proches de celles observées dans CIS3 (et supérieures à celles observées dans CIS4). Aux Pays-Bas, nous observons le phénomène inverse :

TABLEAU 1.A
Statistiques descriptives sur les trois échantillons (pour chaque pays)

Variable	CIS3		CIS4		CIS3 / CIS4	
	Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type
FRANCE						
Caractéristiques de l'entreprise :						
Taille de l'entreprise (nombre d'employés en fin de période)	407	(3201)	275	(1902)	730	(3916)
C.A. en fin de période, en millions d'euros	99,0	(755,4)	69,1	(595,4)	214,6	(1252,8)
Fait partie d'un groupe ⁽²⁾ : 1 si oui, 0 si non	0,68	(0,47)	0,55	(0,50)	0,73	(0,45)
Principal marché est international ⁽²⁾ : 1 si oui, 0 si non	0,31	(0,46)	0,43	(0,49)	0,40	(0,49)
Innovation :						
Entreprise innovante ⁽¹⁾ (innovation en produit, en procédé, en cours ou abandonnée) : 1 si oui, 0 si non	0,55	(0,50)	0,42	(0,49)	0,54	(0,50)
Entreprise innovante en produit ⁽¹⁾ : 1 si oui, 0 si non	0,42	(0,49)	0,26	(0,44)	0,39	(0,49)
Part du C.A. de fin de période due aux ventes de nouveaux produits	0,07	(0,14)	0,06	(0,16)	0,11	(0,20)
Part du C.A. de fin de période due aux ventes de produits nouveaux pour le marché	0,03	(0,10)	0,03	(0,11)	0,06	(0,14)
Engagement en continu dans des activités de R & D sur la période ⁽³⁾ : 1 si oui, 0 si non	0,25	(0,43)	0,18	(0,39)	0,26	(0,44)
Dépenses de R & D en fin de période, en millions d'euros	2,4	(29,4)	1,3	(26,3)	6,2	(57,7)
Dispose de brevet(s) en fin de période : 1 si oui, 0 si non	0,25	(0,44)	0,15	(0,35)	0,37	(0,48)
Coopérations pour l'innovation ⁽⁴⁾ :						
avec des fournisseurs : 1 si oui, 0 si non	0,12	(0,32)	0,13	(0,33)	0,09	(0,28)
avec des clients : 1 si oui, 0 si non	0,08	(0,28)	0,10	(0,30)	0,06	(0,24)
avec des concurrents : 1 si oui, 0 si non	0,05	(0,23)	0,08	(0,27)	0,04	(0,19)
avec des universités : 1 si oui, 0 si non	0,08	(0,28)	0,06	(0,24)	0,08	(0,27)
avec des laboratoires publics : 1 si oui, 0 si non	0,11	(0,31)	0,07	(0,26)	0,10	(0,30)
PAYS-BAS						
Caractéristiques de l'entreprise :						
Taille de l'entreprise (nombre d'employés en fin de période)	158	(1134)	172	(949)	259	(1054)
C.A. en fin de période, en millions d'euros	78,1	(1256)	45,3	(297,7)	71,6	(429,2)
Fait partie d'un groupe ⁽²⁾ : 1 si oui, 0 si non	0,57	(0,49)	0,48	(0,50)	0,51	(0,50)
Principal marché est international ⁽²⁾ : 1 si oui, 0 si non	0,13	(0,34)	0,41	(0,49)	0,16	(0,37)
Innovation :						
Entreprise innovante ⁽¹⁾ (innovation en produit, en procédé, en cours ou abandonnée) : 1 si oui, 0 si non	0,42	(0,49)	0,34	(0,47)	0,31	(0,46)
Entreprise innovante en produit ⁽¹⁾ : 1 si oui, 0 si non	0,35	(0,48)	0,16	(0,37)	0,17	(0,38)
Part du C.A. de fin de période due aux ventes de nouveaux produits	0,09	(0,19)	0,05	(0,15)	0,05	(0,15)
Part du C.A. de fin de période due aux ventes de produits nouveaux pour le marché	0,03	(0,09)	0,02	(0,09)	0,03	(0,10)
Engagement en continu dans des activités de R & D sur la période ⁽³⁾ : 1 si oui, 0 si non	0,16	(0,37)	0,17	(0,37)	0,14	(0,35)
Dépenses de R & D en fin de période, en millions d'euros	0,77	(22,2)	1,12	(19,0)	2,39	(33,0)
Dispose de brevet(s) en fin de période : 1 si oui, 0 si non	0,09	(0,29)	0,06	(0,24)	0,09	(0,29)
Coopérations pour l'innovation ⁽⁴⁾ :						
avec des fournisseurs : 1 si oui, 0 si non	0,06	(0,24)	0,12	(0,33)	0,04	(0,19)
avec des clients : 1 si oui, 0 si non	0,06	(0,24)	0,08	(0,28)	0,03	(0,17)
avec des concurrents : 1 si oui, 0 si non	0,05	(0,21)	0,05	(0,22)	0,02	(0,13)
avec des universités : 1 si oui, 0 si non	0,03	(0,17)	0,05	(0,23)	0,02	(0,14)
avec des laboratoires publics : 1 si oui, 0 si non	0,04	(0,21)	0,06	(0,25)	0,03	(0,16)

⁽¹⁾ Dans l'échantillon apparié CIS3-CIS4, les entreprises innovantes sont celles qui ont innové pendant les deux périodes. Nous retenons cette définition car nous nous intéressons à l'innovation persistante dans le temps.

⁽²⁾ Dans l'échantillon apparié CIS3-CIS4, nous ne retenons comme répondant affirmativement à cette question que les entreprises qui y ont répondu affirmativement dans CIS3 et dans CIS4.

⁽³⁾ Dans l'échantillon apparié CIS3-CIS4, nous considérons que l'activité de R & D est continue si l'entreprise a répondu de manière affirmative à cette question dans CIS3 et dans CIS4.

⁽⁴⁾ Dans l'échantillon apparié CIS3-CIS4, nous considérons qu'une entreprise coopère avec un type de partenaire donné si ce type de coopération est indiqué aux deux vagues de l'enquête (CIS3 et CIS4).

TABLEAU 1.B
Proportion d'entreprises participant à un PCRD par secteur et par taille

	France				Pays-Bas			
	CIS3		CIS4		CIS3		CIS4	
	Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type
Secteur :								
AGRICULTURE, PECHE, SYLVICULTURE	—	—	—	—	0,003	(0,05)	0,001	(0,02)
INDUSTRIES EXTRACTIVES	—	—	—	—	0,03	(0,17)	0,04	(0,19)
ENSEMBLE DE L'INDUSTRIE	0,01	(0,12)	0,01	(0,08)	0,01	(0,08)	0,02	(0,15)
Agroalimentaire ; Tabac	0,01	(0,09)	0,003	(0,05)	0,02	(0,13)	0,01	(0,09)
Textile ; Habillement ; Cuir et Chaussure	0,00	(0,05)	0,003	(0,06)	0,001	(0,03)	0,03	(0,18)
Travail du Bois ; Papier et Carton	0,01	(0,09)	0,001	(0,03)	0	0	0,002	(0,04)
Édition, Imprimerie, Reproduction	0,01	(0,11)	0,0004	(0,02)	0,0004	(0,02)	0	0
Cokéfaction, Raffinage, Nucléaire	0,02	(0,13)	0,04	(0,20)	0,03	(0,18)	0	0
Industrie chimique	0,04	(0,20)	0,04	(0,19)	0,04	(0,20)	0,05	(0,22)
Caoutchouc et Plastiques	0,02	(0,14)	0,004	(0,06)	0,004	(0,06)	0,01	(0,09)
Produits minéraux non métalliques	0	0	0	0	0,01	(0,09)	0	0
Métallurgie ; Métaux ;								
Machines et Équipements	0,01	(0,08)	0,003	(0,06)	0,004	(0,07)	0,01	(0,07)
Matériel informatique ; Appareils électriques								
Équipements de communication								
Instruments de précision	0,04	(0,19)	0,02	(0,14)	0,01	(0,11)	0,03	(0,16)
Automobile ; Autres matériels de transport	0,04	(0,19)	0,02	(0,14)	0,01	(0,08)	0,02	(0,13)
Meubles ; Récupération ; Industries diverses	0,01	(0,12)	0,005	(0,07)	0,001	(0,03)	0	0
ENSEMBLE DES SERVICES	0,02	(0,14)	0,003	(0,05)	0,003	(0,05)	0,004	(0,06)
Production et Distribution : Électricité,								
Gaz, Eau	0,02	(0,14)	0,04	(0,21)	0,013	(0,11)	0,05	(0,22)
Construction	—	—	0,001	(0,03)	0,001	(0,03)	0,01	(0,08)
Commerce et réparation automobile	—	—	0	0	0,001	(0,03)	0	0
Commerce de gros et intermédiaires	0	0	0,001	(0,03)	0,002	(0,05)	0,002	(0,04)
Commerce de détails et réparations	0	0	0,0002	(0,01)	0	0	0,0004	(0,02)
Hôtels et Restaurants	—	—	0	0	0	0	0	0
Transports (tous types)	—	—	0,0004	(0,02)	0,004	(0,07)	0	0
Services auxiliaires des transports	—	—	0,01	(0,09)	0,01	(0,08)	0,002	(0,04)
Postes et Télécommunications	0,05	(0,21)	0,03	(0,16)	0,01	(0,07)	0,01	(0,10)
Activités financières	0,00	(0,04)	0,01	(0,07)	0,002	(0,04)	0	0
Activités immobilières	—	—	0	0	0	0	0	0
Location sans opérateur	—	—	0,001	(0,03)	0,01	(0,08)	0	0
Activités informatiques	0,02	(0,13)	0,03	(0,16)	0,01	(0,10)	0,03	(0,16)
Recherche et Développement	0,24	(0,43)	0,16	(0,36)	0,02	(0,12)	0,04	(0,21)
Services aux entreprises	0,05	(0,22)	0,01	(0,07)	0,002	(0,05)	0,01	(0,08)
Santé et Action sociale	—	—	0,002	(0,04)	—	—	—	—
Administration, Éducation, Santé	—	—	—	—	—	—	0	0
Assainissement, Voirie, Déchets	—	—	—	—	0,003	(0,05)	0,02	(0,13)
Activités associatives	—	—	—	—	0,02	(0,12)	0,004	(0,06)
Services aux personnes	—	—	—	—	0	0	0,01	(0,09)
Taille :								
Moins de 50 employés	0,01	(0,10)	0,00	(0,05)	0	-0,05	0	-0,05
50 à 99 employés	0,01	(0,11)	0,01	(0,07)	0	-0,06	0,01	-0,09
100 à 249 employés	0,02	(0,14)	0,01	(0,08)	0,01	-0,12	0,01	-0,12
250 à 499 employés	0,04	(0,19)	0,02	(0,15)	0,03	-0,17	0,04	-0,19
500 employés et plus	0,08	(0,28)	0,04	(0,21)	0,07	-0,25	0,07	-0,26
Total	0,02	(0,12)	0,004	(0,06)	0,004	(0,06)	0,005	(0,07)

Lecture du tableau : le tableau donne pour chaque modalité (secteur d'activité ou classe de taille) la proportion de participants à un PCRD (4^e ou 5^e PCRD pour CIS3, 5^e ou 6^e PCRD pour CIS4).

Les valeurs (moyenne et écart-type) sont calculées sur les échantillons pondérés.

Un « — » signifie que le secteur concerné n'était pas couvert par l'enquête CIS3 ; un « 0 » signifie qu'il n'y a pas de participant à un PCRD dans ce secteur.

la proportion d'innovateurs dans l'échantillon apparié est proche de celle observée dans CIS4 (et inférieure à celle observée dans CIS3). Néanmoins, l'examen d'autres indicateurs d'activités innovantes fait apparaître un biais de l'échantillon apparié en faveur des innovateurs : en France comme aux Pays-Bas, les dépenses moyennes de R & D sont nettement supérieures dans l'échantillon apparié. De même, la proportion d'entreprises ayant recours aux brevets dans l'échantillon apparié, est supérieure ou égale à celle observée dans CIS3 ou dans CIS4.

Le tableau 1.B (page précédente) fournit la proportion d'entreprises participant à un PCRD (4^e ou 5^e pour CIS3, 5^e ou 6^e pour CIS4) par secteur d'activité et par tranche de taille. Ces proportions ont été calculées sur les échantillons complets pondérés avant appariement, afin de donner une idée de la répartition des participants dans la population totale des entreprises enquêtées. Ce tableau montre que, dans les deux pays, les participants à un PCRD sont principalement concentrés dans les secteurs de l'industrie (en particulier la chimie, la fabrication de matériel informatique, électrique et électronique, et l'automobile). La proportion de participants est beaucoup plus faible dans les services, à l'exception de quelques secteurs très particuliers comme la R & D ou les activités informatiques. De même, la proportion de participants est nettement plus élevée parmi les grandes firmes (500 salariés ou plus) que parmi les PME (moins de 250 salariés).

En France, la proportion de participants à un PCRD est beaucoup plus faible dans la population de CIS4 que dans celle de CIS3 : la dernière ligne du tableau 1.B indique qu'elle est de 2 % dans CIS3, et de seulement 0,4 % dans CIS4. Cette forte différence a pour cause principale l'extension de l'enquête CIS, lors de sa quatrième vague, aux entreprises de plus petite taille d'une part, et à davantage de secteurs d'autre part (*cf. supra*). Les participants aux PCRD étant concentrés dans l'industrie et dans les grandes entreprises, il est alors logique d'observer une proportion plus faible de participants dans CIS4. Un premier élément confirme cette interprétation : dans l'ensemble de l'industrie, la proportion de participants est en effet de 1 % tant pour CIS3 que pour CIS4. Dans les services, en revanche, elle est de 2 % pour CIS3 et de 0,3 % seulement pour CIS4. Un second élément vient confirmer cette interprétation : aux Pays-Bas, CIS3 et CIS4 couvrent les mêmes secteurs (y compris les services qui n'étaient pas couverts par le CIS3 français), et la proportion de participants reste stable (autour de 0,4 %) d'une vague à l'autre.

■ Analyse économétrique

Caractéristiques des entreprises participant à un PCRD

La première partie de notre analyse consiste à identifier les déterminants de la participation à un PCRD – ce que nous faisons à l'aide d'un modèle Probit estimé sur l'échantillon CIS3. La variable dont nous cherchons à expliquer la probabilité de réalisation est une indicatrice de la participation au 4^e ou au 5^e PCRD pendant la période 1998-2000. Notre choix de variables explicatives pour ce modèle s'appuie en premier lieu sur la littérature (Hernan *et al.* 2003, par exemple).

Nous utilisons ainsi la taille de l'entreprise (mesurée par le logarithme du nombre d'employés), car il apparaît qu'en Europe, les grandes entreprises ont une probabilité plus élevée de s'engager dans un partenariat en R & D (financé ou non par un PCRD). De même, nous incluons la variable « intensité de R & D de l'entreprise moins moyenne du secteur » car l'intensité de R & D par secteur apparaît comme un facteur favorable à la formation de partenariats de recherche. Enfin, nous incluons une variable indicatrice du recours aux brevets pour protéger les innovations ; la littérature montre en effet que l'efficacité de la protection procurée par les brevets tend à réduire la probabilité de participer à des partenariats.

En guise de variables de contrôle, le modèle inclut quatre indicatrices de coopération pour l'innovation, avec différents types de partenaires (fournisseurs, clients, concurrents ou universités). Le principe des PCRD étant de développer les collaborations en recherche, il est naturel d'inclure ces variables dans le modèle. Il est possible en effet que les entreprises ayant l'habitude de collaborer pour innover soient plus enclines à participer à des PCRD, et soient plus facilement retenues par les autorités européennes pour y participer. Nous incluons également une variable de contrôle indiquant si le principal marché de l'entreprise sur la période 1998-2000 était international. Une entreprise opérant à l'échelle internationale peut en effet avoir une plus grande probabilité de développer des partenariats transfrontaliers et y être encouragée par les autorités européennes dans le cadre d'un PCRD. Enfin, des indicatrices du secteur d'activité de l'entreprise viennent compléter la liste de nos variables de contrôle.

Nous aurions aimé vérifier si les données CIS confirment que la participation à un PCRD est favorisée par l'implication antérieure dans d'autres PCRD, comme le suggère la littérature empirique. En particulier, il aurait été souhaitable d'estimer un modèle expliquant la probabilité de participation dans un PCRD entre 2002 et 2004 par la participation à un PCRD entre 1998 et 2000. Cela n'est malheureusement pas possible, car la temporalité des enquêtes CIS ne correspond pas à celle des PCRD et les données CIS3 (resp. CIS4) ne permettent pas de distinguer entre le 4^e et le 5^e (resp. le 5^e et le 6^e) PCRD⁶.

Les effets de la participation à un PCRD

Après avoir étudié les déterminants de la participation à un PCRD, nous cherchons à évaluer l'impact de ces participations sur les activités innovantes des entreprises. Nous mesurons les activités innovantes des entreprises à l'aide de deux variables : (1) les ventes de produits nouveaux pour le marché et (2) les dépenses de R & D. L'impact de la participation à un PCRD sur ces variables est évalué à l'aide de deux modèles Tobit généralisés estimés par maximum de vraisemblance. Chaque modèle est constitué d'une équation linéaire expliquant la variable d'intérêt et d'une équation non linéaire expliquant la probabilité de sélection. Par exemple, dans le cas de l'analyse des dépenses de R & D, l'équation d'intérêt est une équation linéaire expliquant l'intensité de l'investissement en R & D, et l'équation de sélection est un Probit expliquant la probabilité d'avoir des dépenses de R & D non nulles.

Nous estimons nos deux modèles sur l'échantillon apparié CIS3 – CIS4, ce qui permet d'expliquer des variables dépendantes observées sur la période 2002-2004 par des variables retardées observées sur la période 1998-2000. Pour estimer un modèle Tobit généralisé, il est préférable de disposer d'une « variable d'exclusion » qui prédise bien la probabilité de sélection, sans pour autant être corrélée avec la variable d'intérêt. Cette variable n'est pas indispensable à l'identification du modèle, surtout lorsque celui-ci est estimé par maximum de vraisemblance (comme c'est le cas dans la présente étude). Elle permet toutefois d'obtenir des estimations plus précises, et lorsque l'économètre dispose d'une variable d'exclusion crédible, il est préférable de l'utiliser.

Dans le modèle expliquant les ventes de produits nouveaux pour le marché, la variable d'exclusion retenue est une indicatrice signalant l'introduction d'une innovation de produit pendant la période 1998-2000. Le choix de cette variable d'exclusion se justifie ainsi : une entreprise qui a introduit une innovation de produit par le passé a plus de chances d'en introduire une nouvelle dans la période présente, mais cela ne signifie pas pour autant que ses ventes de nouveaux produits vont augmenter. Dans le modèle expliquant les dépenses de R & D, nous disposons d'une

⁶ Le questionnaire français de CIS3 suggère qu'il est possible de distinguer la participation au 4^e PCRD de la participation au 5^e PCRD, mais les données reçues ne contiennent qu'une seule variable pour les deux PCRD. Tout comme les données néerlandaises, elles ne se démarquent pas du questionnaire commun d'Eurostat.

variable d'exclusion couramment utilisée dans la littérature (par exemple Griffith *et al.*, 2006 ; Mohnen *et al.*, 2006) : la taille de l'entreprise, mesurée dans notre cas par le logarithme du nombre d'employés observé en 2000.

Le modèle expliquant les ventes de produits innovants est spécifié ainsi : dans l'équation d'intérêt, la variable à expliquer est le logarithme du montant des ventes de produits nouveaux pour le marché en 2004. Les variables explicatives sont, à une exception près, des variables retardées observées sur la période 1998-2000. Ces variables incluent une indicatrice de la participation au 4^e ou au 5^e PCRD entre 1998 et 2000, dont l'impact sur les ventes de produits innovants est au cœur de notre analyse. La distance temporelle entre la période de participation et l'année d'observation des ventes innovantes permet de tenir compte de la temporalité longue dans laquelle s'inscrivent les partenariats de recherche financés par un PCRD. Afin de mieux isoler l'effet des collaborations ayant lieu dans le cadre d'un PCRD, nous incluons également quatre variables indicatrices de coopérations avec divers types de partenaires (fournisseurs, clients, concurrents ou universités). Enfin, deux indicatrices permettent de prendre en compte l'impact des autres sources de financement (aides nationales et régionales à l'innovation, respectivement).

L'équation d'intérêt inclut également plusieurs variables de contrôle, dont la moyenne des ventes innovantes par industrie (NACE 2) en 2000. Cette variable contrôle pour les différences de cycle de vie des produits entre les secteurs d'activités, et permet de capter, au moins en partie, l'hétérogénéité intersectorielle⁷. Comme l'intensité de R & D varie très fortement d'un secteur à l'autre, nous incluons également une variable qui mesure l'écart entre l'intensité de R & D d'une entreprise et la moyenne de son principal secteur d'activité. Nous contrôlons pour l'appartenance à un groupe étranger (qui peut permettre la mise sur le marché d'un produit nouveau non développé en interne), et pour les augmentations du chiffre d'affaires supérieures à 10 % (qui peuvent indiquer un événement rare, comme une fusion). Certaines entreprises pouvant décider de ne pas commercialiser leurs nouveaux produits tant qu'ils ne sont pas protégés par un brevet, nous introduisons une indicatrice de l'utilisation de brevets (en 2000) comme moyen de protections des inventions. Enfin, la variable « croissance des ventes par industrie » nous permet de prendre en compte le rôle joué par l'impulsion du marché dans les ventes de produits innovants. Il s'agit de la seule variable explicative des ventes innovantes qui ne soit pas retardée, mais observée sur la période 2002-2004.

Nous avons estimé une version alternative de ce premier modèle Tobit généralisé. Cette version alternative incorpore la variable retardée « logarithme des ventes de produits innovants en 2000 » dans les deux équations. Introduire cette variable permet de mesurer la croissance des ventes de produits nouveaux pour le marché (et de capter une partie de l'hétérogénéité non observée). Toutefois, elle implique d'abandonner notre variable d'exclusion (l'indicatrice d'innovation de produit entre 1998 et 2000) : celle-ci est en effet trop fortement corrélée avec la variable dépendante retardée, ce qui pose un problème de multicollinéarité. Comme nous l'avons évoqué plus haut, notre modèle peut parfaitement être estimé (par maximum de vraisemblance) sans avoir recours à une variable d'exclusion. Il se rapproche ainsi du modèle Tobit généralisé estimé par Mairesse et Mohnen (2002) sur les données de la première enquête CIS : comme le nôtre, ce modèle prédit à la fois la propension à innover et l'intensité d'innovation (mesurée par le pourcentage de ventes innovantes dans les ventes totales) sans faire usage d'une variable d'exclusion. Notons pour finir que ce modèle alternatif fait l'hypothèse implicite suivante : la participation à un PCRD entre 1998 et 2000 peut affecter les ventes de produits innovants de 2004, mais pas celles de 2000. Cette hypothèse implicite est justifiée par la temporalité longue des PCRD évoquée plus haut.

⁷ Dans une spécification alternative du modèle, nous utilisons, plus conventionnellement, une série d'indicatrices sectorielles pour capter cette hétérogénéité.

Le second modèle Tobit généralisé, qui explique les dépenses de R & D, est spécifié ainsi : la variable à expliquer est le logarithme de l'intensité de R & D calculée en 2004. La principale variable explicative est, comme dans le modèle précédent, la participation à un PCRD entre 1998 et 2000. Toutes les variables utilisées pour expliquer l'intensité de R & D sont des variables retardées (observées en 2000, ou entre 1998 et 2000). Nous incluons deux variables de contrôles, qui indiquent respectivement si une entreprise privilégiait le marché international entre 1998-2000, et si elle détenait des brevets en 2000. Nous incluons également une mesure retardée de la variable à expliquer, c'est-à-dire le logarithme de l'intensité de R & D calculée en 2000. Introduire cette variable retardée dans le modèle permet de mesurer l'impact de la participation à un PCRD sur la croissance des dépenses de R & D entre 2000 et 2004, et non pas simplement sur le niveau de R & D en 2004. Cette spécification repose (comme celle décrite dans le paragraphe précédent) sur l'hypothèse implicite que l'impact des PCRD se manifeste surtout dans le long terme.

Bien que contrainte par cette hypothèse, la modélisation nous semble néanmoins intéressante et justifiée, car elle permet d'apporter un début de réponse à une question centrale pour la politique d'innovation de l'UE : celle de l'additionnalité des financements. Nombre d'économistes craignent en effet que le soutien public à la R & D privée (en particulier au niveau européen) ne se traduise par une baisse de l'effort privé. Les procédures de sélection et de suivi des projets financés par les PCRD sont sensées éviter ce phénomène de substitution. En dépit de son caractère exploratoire, la modélisation que nous proposons peut fournir des éléments d'information susceptibles d'éclairer ce débat.

TABLEAU 2
Statistiques descriptives pour l'échantillon apparié CIS3-CIS4

	France		Pays-Bas	
	Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type
Log des ventes de produits nouveaux pour le marché	2,90	(1,34)	2,68	(1,50)
Log intensité de R & D en 2004	0,70	(1,85)	0,21	(1,74)
A participé au 4e ou 5e PCRD	0,09	(0,29)	0,04	(0,20)
A innové en coopération avec :				
des fournisseurs	0,19	(0,39)	0,17	(0,37)
des clients	0,14	(0,34)	0,17	(0,38)
des concurrents	0,08	(0,27)	0,12	(0,33)
des universités	0,15	(0,36)	0,08	(0,28)
Taille (nombre d'employés) en 2000	687	(3434)	263	(1699)
Intensité de R & D – moyenne du secteur	0,01	(0,08)	0,23	(6,91)
Détenait des brevets en 2000	0,37	(0,48)	0,15	(0,36)
Principal marché (1998-2000) est international	0,44	(0,50)	0,17	(0,38)
Moyenne des ventes innovantes par industrie (NACE 2) en 2000	2,69	(0,49)	3,97	(0,51)
Croissance des ventes (2002-2004) par industrie (NACE 2)	54,4	(40,9)	66,6	(102,5)
L'entreprise appartient à un groupe étranger	0,53	(0,50)	0,51	(0,50)
CA accru de 10 % ou plus	0,03	(0,18)	0,10	(0,29)
Log des ventes innovantes en 2000	2,76	(1,29)	3,98	(1,40)
Log intensité de R & D en 2000	0,69	(1,72)	0,67	(1,81)

Le tableau 2 donne des statistiques descriptives pour les variables (dépendantes et explicatives) utilisées dans nos deux modèles Tobit généralisés. Il nous faut encore préciser, pour conclure cette sous-section que, dans chaque modèle, certaines variables explicatives présentes dans l'équation d'intérêt sont absentes de l'équation de sélection. Il s'agit de variables qui ne sont observables que pour les entreprises innovantes entre 1998 et 2000 et non pas pour l'ensemble de l'échantillon apparié. De ce fait, il est difficile de les utiliser dans l'équation de sélection.

Cela pourrait poser problème si les modèles étaient estimés en deux temps à l'aide d'une procédure à la Heckman. Toutefois, ce problème peut être négligé quand les deux équations du Tobit généralisé sont estimées simultanément par maximum de vraisemblance, comme dans notre étude. Il s'agit d'ailleurs d'une approche courante dans la littérature utilisant les données des enquêtes CIS pour prédire l'intensité de R & D. Dans cette littérature, certaines variables explicatives de l'équation d'intensité sont souvent absentes de l'équation de sélection (cf. Mohnen *et al.*, 2006, par exemple). En guise de test de sensibilité, nous avons estimé nos modèles en incluant toutes les variables explicatives de l'équation d'intérêt dans l'équation de sélection. Cela laisse nos résultats qualitativement inchangés.

■ Résultats

Les déterminants de la participation aux PCRD

Les résultats du modèle Probit expliquant la probabilité de participer à un PCRD sur la période 1998-2000 sont donnés dans le tableau 3. Les entreprises ayant une probabilité plus élevée de participer à un PCRD présentent un profil très similaire en France et aux Pays-Bas : il s'agit d'entreprises de grande taille, ayant une intensité de R & D supérieure à la moyenne de leur secteur d'activité, et dont le principal marché est international. Ces trois caractéristiques sont assez complémentaires : les grandes entreprises peuvent réaliser des économies d'échelles, et bénéficient fréquemment d'une position dominante sur leur marché, ce qui leur permet de maintenir des dépenses de R & D élevées dans le long terme. De plus, l'ouverture à l'international permet de répartir les coûts fixes de la R & D sur un marché plus étendu. Pour résumer, les entreprises présentant ce profil pourraient être décrites comme appartenant à « l'élite » des entreprises innovantes européennes, ce qui semble être un pré-requis pour participer à un PCRD. *A contrario*, il est peu probable que des entreprises dont l'effort d'innovation (mesuré par les dépenses de R & D) est faible ou inexistant soient retenues au terme des procédures de sélection rigoureuses imposées par les autorités européennes (tableau 3).

TABLEAU 3
Déterminants de la participation au 4^e ou 5^e PCRD entre 1998 et 2000
(modèle Probit)

	France		Pays-Bas	
	Coefficient	Erreur standard	Coefficient	Erreur standard
A innové en coopération avec :				
des fournisseurs	0,18	(0,10)*	-0,05	(0,14)
des clients	0,39	(0,10)***	0,26	(0,14)*
des concurrents	0,34	(0,11)***	-0,01	(0,14)
des universités	0,56	(0,10)***	0,71	(0,14)***
Taille (log du nombre d'employés) en 2000	0,16	(0,03)***	0,13	(0,03)***
Intensité de R & D – moyenne du secteur	0,99	(0,36)***	0,02	(0,00)***
Détenait des brevets en 2000	0,22	(0,10)**	0,53	(0,11)***
Principal marché (1998-2000) : international	0,34	(0,10)***	0,18	(0,11)*
Constante	-3,46	(0,22)***	-2,82	(0,18)***
Test de l'effet global des indicatrices sectorielles	Chi ² (16 d.l.) = 105,09***		Chi ² (26 d.l.) = 26,75	
Log vraisemblance	-536,11		-424,54	
Test rapport des vraisemblances	498,54***		255,19***	
Pseudo R ²	0,32		0,23	

Significatif au seuil de * 10 % ; ** 5 % ; *** 1 %.

Toutes les variables (dépendantes et explicatives) proviennent de l'enquête CIS3.

Le modèle inclut des indicatrices sectorielles utilisant la classification NACE à 2 chiffres.

En France comme aux Pays-Bas, l'expérience de la coopération dans les activités d'innovation est associée à une plus grande probabilité de participer à un PCRD ; les clients d'une part et les universités d'autre part, apparaissent comme des partenaires privilégiés. Le développement des coopérations université-industrie étant l'un des objectifs majeurs des PCRD, il semble logique que la participation s'accompagne de collaborations universitaires. Il se peut aussi que les entreprises affichant des collaborations fréquentes avec des universités soient acceptées plus facilement dans un PCRD. En France, les entreprises qui participent à des partenariats de recherche avec des entreprises concurrentes ont également une probabilité plus élevée de s'engager dans un PCRD, ce qui n'est pas le cas aux Pays-Bas. Les partenariats de recherche interentreprises étant un autre objectif majeur des PCRD, il est difficile de trouver une interprétation à cette différence entre les deux pays.

Les entreprises utilisant des brevets pour protéger leurs inventions ont, en France comme aux Pays-Bas, une probabilité plus élevée de participer à un PCRD. L'interprétation la plus simple de ce résultat est la suivante : le dépôt de brevets peut être une mesure du degré « d'innovativité » de l'entreprise, qui n'est qu'imparfaitement captée par l'intensité de R & D. Mais ce résultat pourrait aussi traduire, comme le soulignent Brouwer et Kleinknecht (1999), un manque de confiance envers les partenaires, ou du moins une prise de précaution : avant de s'engager dans une collaboration, les entreprises protégeraient leurs connaissances les plus précieuses au moyen de brevets.

Les indicatrices sectorielles ont un effet globalement significatif en France, mais pas aux Pays-Bas. Dans un souci de concision, nous ne présentons pas dans le tableau 3 le paramètre associé à chacune des indicatrices (le tableau complet est disponible sur demande auprès des auteurs). Nous citons néanmoins ici, dans le cas français (le seul pour lequel il soit pertinent de le faire), les secteurs dans lesquels la probabilité de participation à un PCRD est plus élevée. En prenant le secteur « Métaux, Machines et Équipements » comme catégorie de référence, ces secteurs sont les suivants : (1) « Matériel informatique, Appareils électriques, Équipements de communication, Instruments de précision », (2) « Automobile, Matériels de transport », (3) « Télécommunications », (4) « Activités informatiques », (5) « Recherche et Développement ». En résumé, il s'agit soit de secteurs innovants par nature, soit de secteurs dans lesquels les entreprises françaises ont une capacité d'innovation avérée. Il est difficile d'expliquer pourquoi nous observons cette hétérogénéité sectorielle dans la participation à un PCRD en France, et pas aux Pays-Bas.

Enfin, pour tester la robustesse du modèle, nous en avons estimé une variante, dans laquelle : la taille de l'entreprise est mesurée en 1998 (et non plus en 2000), et l'indicateur de coopération avec une université est remplacé par un indicateur de coopération avec un laboratoire public. Cette variante conduisant à des résultats identiques à ceux obtenus avec le modèle original, nous ne la présentons pas ici (les tableaux de résultats pour cette variante du modèle sont disponibles sur demande auprès des auteurs).

L'impact de la participation à un PCRD sur les ventes de produits innovants

Le tableau 4.A (au verso) présente les résultats du modèle Tobit généralisé utilisé pour évaluer l'impact de la participation à un PCRD sur les ventes de produits innovants. La colonne de gauche présente les résultats du modèle de base (modèle 1). La colonne de droite présente les résultats du modèle dont les variables explicatives incluent une mesure retardée de la variable dépendante (modèle 2). Dans chaque colonne figurent, côte à côte, les résultats obtenus pour la France et ceux obtenus pour les Pays-Bas.

TABEAU 4.A

Impact de la participation à un PCRD (1998-2000) sur les ventes innovantes de 2004

Modèle Tobit généralisé	France				Pays-Bas				
	Modèle 1		Modèle 2		Modèle 1		Modèle 2		
	Coefficient	Erreur standard	Coefficient	Erreur standard	Coefficient	Erreur standard	Coefficient	Erreur standard	
Équation d'intérêt (log ventes innovantes de 2004)									
A innové en coopération avec :									
des fournisseurs	-0,06	(0,11)	-0,01	(0,21)	-0,07	(0,11)	-0,11	(0,20)	
des clients	-0,17	(0,12)	-0,20	(0,21)	-0,13	(0,12)	-0,19	(0,21)	
des concurrents	0,13	(0,13)	0,05	(0,21)	-0,10	(0,13)	-0,11	(0,21)	
des universités	0,08	(0,12)	-0,16	(0,21)	0,04	(0,12)	-0,19	(0,21)	
Moyenne des ventes innovantes par industrie en 2000	0,72	(0,14)***	0,95	(0,20)***	0,37	(0,15)**	0,71	(0,21)***	
Intensité de R & D 1998-2000									
moins moyenne du secteur	0,39	(0,50)	0,01	(0,01)	0,77	(0,54)	0,02	(0,01)	
Taille de l'entreprise (log nombre d'employés) en 2000	0,03	(0,05)	-0,08	(0,06)	0,04	(0,06)	-0,06	0,07	
Croissance des ventes (2002-2004) par industrie	0,00	(0,00)	0,00	(0,00)**	0,00	(0,00)	0,00	(0,00)***	
L'entreprise appartient à un groupe étranger	0,06	(0,09)	0,19	(0,13)	-0,03	(0,09)	0,15	(0,13)	
CA accru de 10 % ou plus	0,37	(0,20)*	0,19	(0,23)	0,31	(0,19)	0,29	(0,23)	
Détenait des brevets en 2000	0,17	(0,15)	0,28	(0,17)	0,04	(0,16)	0,27	(0,20)	
A participé au 4 ^e ou 5 ^e PCRD	0,03	(0,16)	0,12	(0,28)	0,08	(0,16)	0,11	(0,27)	
A bénéficié d'un soutien à l'innovation :									
national	-0,11	(0,12)	0,17	(0,20)	-0,10	(0,12)	0,12	(0,27)	
régional	-0,01	(0,16)	0,28	(0,30)	0,28	(0,16)*	0,13	(0,30)	
Constante	0,72	(0,70)	-1,07	(1,04)	0,80	(0,81)	-1,55	(1,63)	
Log des ventes innovantes en 2000					0,33	(0,04)***	0,32	(0,09)***	
Équation de sélection (Probit)									
A innové en produit entre 1998 et 2000	0,25	(0,10)**	0,64	(0,11)***					
Intensité de R & D – moyenne du secteur	0,27	(0,37)	0,00	(0,01)	-0,01	(0,43)	0,00	(0,01)	
Taille (nombre d'employés) en 2000	0,20	(0,03)***	0,05	(0,03)*	0,21	(0,03)***	0,11	(0,03)***	
Détenait des brevets en 2000	0,53	(0,07)***	0,38	(0,08)***	0,51	(0,08)***	0,33	(0,09)***	
A participé au 4 ^e ou 5 ^e PCRD	0,37	(0,14)***	0,26	(0,19)	0,26	(0,14)*	0,06	(0,19)	
A bénéficié d'un soutien à l'innovation :									
national	0,13	(0,09)	0,53	(0,08)***	0,23	(0,10)**	0,49	(0,08)***	
régional	0,08	(0,13)	0,01	(0,17)	0,03	(0,14)	0,04	(0,19)	
Constante	-1,67	(0,18)***	-1,61	(0,17)***	-1,69	(0,21)***	-1,79	(0,22)***	
Log des ventes innovantes en 2000					0,07	(0,03)**	0,15	(0,03)***	
r	-0,08	(0,25)	-0,13	(0,24)	0,01	(0,33)	-0,08	(0,50)	
s	1,26	(0,04)***		1,41	(0,05)***	1,15	(0,03)***	1,35	(0,06)***
l = sr	-0,10	(0,32)	-0,18	(0,35)	0,02	(0,38)	-0,11	(0,67)	
Log vraisemblance		-2135,66		-1700,04		-1805,76		-1463,96	
Test de Wald (test global du modèle)		44,35***		47,41***		118,53***		67,44***	
p-valeur du test LR de H0 : « r = 0 »		0,767		0,612		0,969		0,876	

Significativité : * 10 % ; ** 5 % ; *** 1 %.

Toutes les variables explicatives proviennent de CIS3, exceptée « croissance des ventes (2002-2004) par industrie (NACE 2) » qui provient de CIS4.

La variable à expliquer provient de l'enquête CIS4. Elle est calculée comme suit :

$\ln \left[\left(\frac{\text{part du CA due aux ventes de produits nouveaux pour le marché}}{\text{CA en 2004}} \right) / \left(\frac{\text{CA en 2004}}{\text{nombre d'employés en 2004}} \right) \right]$ avec CA = Chiffre d'affaires.

Nous nous intéressons en priorité à l'effet de la variable indicatrice d'une participation au 4^e ou 5^e PCRD entre 1998 et 2000 sur les ventes de produits nouveaux pour le marché en 2004. Cet effet n'est pas significatif dans l'équation d'intérêt, quel que soit le pays ou le modèle considéré. Autrement dit, en France comme aux Pays-Bas, la participation n'a pas d'impact significatif sur les ventes de nouveaux produits.

En France, toutefois, la participation à un PCRD a un impact significativement positif dans l'équation de sélection du modèle. L'effet marginal au point moyen de l'échantillon est de 0,14 avec un écart type de 0,05. Cela signifie qu'en moyenne, participer à un PCRD augmente de 14 points de pourcentage la probabilité d'innover en produit. En résumé, en France, les participants à un PCRD : (1) ont une probabilité plus élevée de réaliser des ventes de produits innovants, mais (2) n'ont pas un montant de ventes innovantes supérieur à celui des autres entreprises innovantes. Ce résultat peut s'interpréter ainsi : grâce à la participation à un PCRD, des entreprises peuvent devenir innovantes, mais sans atteindre pour autant une intensité d'innovation supérieure à celle des autres innovateurs.

Aux Pays-Bas, la participation à un PCRD n'a pas plus d'effet dans l'équation de sélection que dans l'équation d'intérêt. En revanche, bénéficier d'un soutien national à l'innovation y est associé à une plus grande probabilité d'innover en produit. L'effet marginal au point moyen de l'échantillon est de 0,19 avec un écart type de 0,03 : bénéficier d'un soutien national augmente donc de 19 points de pourcentage la probabilité d'innover en produit. L'effet d'un soutien national à l'innovation aux Pays-Bas est donc qualitativement comparable à celui de la participation à un PCRD en France, avec une magnitude un peu plus élevée.

Le modèle 2 confirme ces deux résultats. En France, toutefois, l'introduction de la variable dépendante retardée dans l'équation de sélection réduit l'effet de la participation à un PCRD, et rend significatif l'effet d'un soutien national à l'innovation. L'effet marginal de la participation à un PCRD tombe à 0,10 (avec un écart type de 0,05) et n'est plus significatif qu'au seuil de 10 %. L'effet marginal d'un soutien national est du même ordre de grandeur (0,09 avec un écart type de 0,04) mais devient significatif au seuil de 5 %. Par ailleurs, dans ce modèle, le soutien régional à l'innovation est (très faiblement) associé à une intensité d'innovation plus élevée.

Au vu de l'ensemble de ces résultats, PCRD et financements nationaux apparaissent au mieux comme des substituts, soit d'un pays à l'autre, soit au sein d'un même pays. Ces deux types de soutien à l'innovation permettent aux entreprises de devenir innovantes, sans pour autant aider les entreprises déjà innovantes à accroître leur intensité d'innovation. Dans le tableau 4.A, l'effet des soutiens nationaux est toutefois plus généralement significatif que celui des PCRD. Cette plus grande significativité des effets estimés des soutiens nationaux par rapport à ceux des PCRD est peut-être liée à leur plus grande précision, mais cela ne semble pas toujours être le cas. En effet, nous avons effectué des tests d'égalité des paramètres associés, respectivement, à un PCRD et à une source de financement alternative. En France, ces tests ne sont jamais significatifs ; en Hollande, ils ne le sont que dans l'équation de sélection du modèle 2.

Le tableau 4.A fait également apparaître un résultat secondaire intéressant : la moyenne des ventes innovantes par industrie en 2000 (qui capte les différences intersectorielles de cycle de vie des produits) a un impact fort et positif sur les ventes innovantes de 2004. Ce résultat, valide dans les deux pays et dans les deux modèles, signifie que les ventes de produits innovants réalisées par une entreprise dépendent largement des standards de son secteur d'activité.

TABLEAU 4.B
Spécification alternative avec indicatrices sectorielles

Effet global des indicatrices sectorielles	Modèle 1		Modèle 2	
	France	Pays-Bas	France	Pays-Bas
Test Chi ² - Équation d'intérêt	Chi ² (20 d.l.) : 49,18***	Chi ² (30 d.l.) : 50,33***	Chi ² (20 d.l.) : 35,98**	Chi ² (30 d.l.) : 46,51**
Test Chi ² - Équation de sélection	Chi ² (20 d.l.) : 23,11	Chi ² (30 d.l.) : 55,28***	Chi ² (20 d.l.) : 30,71*	Chi ² (30 d.l.) : 52,37***

Significativité : * 10 % ; ** 5 % ; *** 1 %.

Dans cette spécification alternative à celle du Tableau 4.a, des indicatrices sectorielles (basées sur la classification NACE à 2 chiffres) remplacent la variable « Moyenne des ventes innovantes par industrie en 2000 ».

Cette spécification conduisant à des résultats similaires à ceux du Tableau 4.a, nous ne présentons que les tests de l'effet global des indicatrices sectorielles.

Pour tester la robustesse de nos résultats, nous avons estimé une version alternative de chacun des modèles Tobit généralisés présentés dans le tableau 4.A. Dans ces versions alternatives, des indicatrices sectorielles remplacent la moyenne sectorielle des ventes de produits innovants. Les résultats de ces modèles alternatifs sont qualitativement identiques à ceux présentés dans le tableau 4.A (jusque dans les conclusions des tests d'égalité des paramètres), avec des effets marginaux quasiment égaux aux précédents. Par souci de concision, nous ne présentons donc pas ces résultats de manière détaillée. Le tableau 4.B donne simplement un test global de l'effet des indicatrices sectorielles. Cet effet est significativement différent de zéro dans l'équation d'intérêt (quel que soit le modèle ou le pays considéré). Ce résultat confirme que l'intensité d'innovation d'une entreprise est largement conditionnée par les standards de son secteur d'activité.

L'impact de la participation à un PCRD sur les investissements en R & D

Le tableau 5 présente les résultats du modèle Tobit généralisé utilisé pour évaluer l'impact de la participation à un PCRD sur les dépenses de R & D. La colonne de gauche présente les résultats d'une première spécification du modèle, sans indicatrices sectorielles, et la colonne de droite ceux d'une seconde spécification, avec indicatrices sectorielles et test de leur effet global. Dans chaque colonne figurent, côte à côte, les résultats obtenus pour la France et ceux obtenus pour les Pays-Bas. Dans les deux pays, il est préférable de se fier, en dernière analyse, aux résultats du modèle avec indicatrices sectorielles car leur effet global est très significatif, ce qui signifie qu'il est important de contrôler pour l'hétérogénéité existant entre les secteurs d'activités.

Nous nous intéressons en priorité à l'effet de la variable indicatrice d'une participation au 4^e ou au 5^e PCRD sur l'intensité de R & D en 2004. Dans le premier modèle, cet effet est significativement positif en France dans l'équation d'intensité et dans l'équation de sélection. Dans le second modèle, qui contrôle pour l'hétérogénéité intersectorielle, cet effet n'est plus significatif, ni dans l'équation d'intensité, ni dans celle de sélection. Aux Pays-Bas, l'effet de la participation à un PCRD n'est jamais significatif. Dans les deux pays, le rôle du soutien national à l'effort d'innovation est nettement plus déterminant que celui des PCRD : il est très significatif tant dans l'équation d'intensité que dans l'équation de sélection⁸, et demeure robuste à l'introduction d'indicatrices sectorielles dans le modèle. Par ailleurs, les tests d'égalité des

⁸ Dans l'équation de sélection, l'effet marginal du soutien national à l'innovation est de 0,08 (avec un écart type de 0,03) pour la France et de 0,13 (avec un écart type de 0,04) pour les Pays-Bas.

TABLEAU 5

Impact de la participation à un PCRD (1998-2000) sur l'intensité de R & D en 2004

Modèle Tobit généralisé	Modèle 1				Modèle 2			
	France		Pays-Bas		France		Pays-Bas	
	Coefficient	Erreur standard	Coefficient	Erreur standard	Coefficient	Erreur standard	Coefficient	Erreur standard
Équation d'intérêt (log intensité de R & D en 2004)								
Log intensité de R & D en 2000	0,53	(0,03)***	0,64	(0,04)***	0,31	(0,03)***	0,57	(0,04)***
Participation au 4e ou 5e PCRD	0,49	(0,17)***	0,32	(0,22)	0,08	(0,16)	0,30	(0,21)
Soutien à l'innovation :								
national	0,30	(0,13)**	0,30	(0,14)**	0,21	(0,12)*	0,34	(0,13)**
régional	0,27	(0,18)	-0,09	(0,24)	0,15	(0,17)	-0,06	(0,22)
Principal marché : international	0,44	(0,11)***	0,09	(0,12)	0,29	(0,11)***	0,21	(0,12)**
Détenait des brevets en 2000	0,43	(0,11)***	0,22	(0,12)*	0,37	(0,11)***	0,20	(0,12)*
Constante	-3,19	(0,20)***	-0,75	(0,23)***	-4,00	(0,24)***	-0,05	(0,31)
Indicatrices sectorielles	NON		NON		OUI		OUI	
Test : effet des indicatrices sectorielles	—		—		192,14***		59,28***	
Équation de sélection (Probit)								
Log intensité de R & D en 2000	0,15	(0,03)***	0,15	(0,03)***	0,09	(0,03)***	0,15	(0,03)***
Taille (log nombre d'employés)	0,29	(0,03)***	0,11	(0,04)***	0,32	(0,04)***	0,16	(0,04)***
Participation au 4e ou 5e PCRD	0,44	(0,20)**	0,01	(0,21)	0,31	(0,21)	-0,06	(0,22)
Soutien à l'innovation :								
national	0,35	(0,11)***	0,45	(0,09)***	0,30	(0,12)***	0,33	(0,10)***
régional	0,01	(0,16)	0,21	(0,20)	-0,03	(0,17)	0,13	(0,21)
Constante	-0,40	(0,21)*	-0,47	(0,19)**	-0,63	(0,28)**	-1,01	(0,25)***
Indicatrices sectorielles	NON		NON		OUI		OUI	
Test : effet des indicatrices sectorielles	—		—		75,70		76,54***	
r	0,46	(0,10)***	0,47	(0,18)**	0,26	(0,14)*	0,36	(0,19)*
s	1,63	(0,05)***	1,34	(0,08)***	1,45	(0,04)***	1,23	(0,06)***
l = sr	0,74	(0,18)***	0,62	(0,27)**	0,37	(0,21)*	0,45	(0,25)*
Log vraisemblance	-2410,30		-1498,87		-2286,61		-1429,11	
Test de Wald (test global du modèle)	448,34***		300,85***		651,25***		458,25***	
p-valeur du test LR de H0 : « r = 0 »	0,001		0,072		0,125		0,118	

Significatif au seuil de * 10 % ; ** 5 % ; *** 1 %.

La variable à expliquer provient de l'enquête CIS4. Elle est calculée comme suit :

$\ln(\text{dépenses internes de R \& D en 2004} / \text{chiffre d'affaires en 2004})$.

Toutes les variables explicatives proviennent de CIS3.

Le test de l'effet des indicatrices sectorielles est un test du Chi² à 20 d.l. pour la France et 30 d.l. pour les Pays-Bas.

paramètres associés, respectivement, aux PCRD et aux sources alternatives de soutien, ne sont pas significatifs. Ceci suggère que la plus grande significativité des effets des soutiens nationaux par rapport à ceux des PCRD n'est pas simplement liée à une plus grande précision dans leur estimation.

D'après le tableau 5, les dépenses de R & D passées sont un autre déterminant essentiel de l'investissement en R & D : dans les deux pays, les entreprises dont l'intensité de R & D en 2000 était élevée ont également une intensité de R & D élevée en 2004. L'investissement en R & D apparaît donc avant tout comme un phénomène cumulatif, les dépenses passées entraînant des dépenses futures. Dans ce contexte, le soutien national à l'innovation accélère la croissance des dépenses de R & D, mais rien ne permet de dire qu'il se substitue à l'effort privé de R & D. Enfin, l'absence d'effet de l'indicatrice de participation ne signifie pas que les PCRD ne jouent aucun rôle : leur impact sur les dépenses de R & D peut être plus ponctuel (ce qui expliquerait pourquoi il n'apparaît pas dans notre modèle, qui cherche à saisir la dynamique de l'investissement en R & D). Dans tous les cas, nos résultats suggèrent qu'en matière d'accroissement de la R & D, les PCRD ne constituent pas un substitut au soutien national à l'innovation.

Réplication de l'analyse pour les PME

Les résultats obtenus sur l'ensemble de l'échantillon apparié donnent à penser que, sur la période étudiée, les PCRD ne jouent pas un rôle majeur dans le processus d'innovation des entreprises françaises et hollandaises. Face à ce constat, il nous semblait important d'examiner l'impact des PCRD dans un sous-ensemble particulier de l'échantillon apparié : celui des PME. De par la différence d'échelle, les comportements des PME en matière d'innovation peuvent être sensiblement différents de ceux des autres entreprises. Leurs ressources financières étant moindres, les PME pourraient voir dans les PCRD une opportunité supplémentaire pour innover. Toutefois, comme nous l'avons rappelé plus haut, le processus de sélection dans un projet financé par PCRD tend à favoriser les grandes entreprises, pour lesquelles innover présente moins de difficultés. Dans ces conditions, il était particulièrement intéressant d'examiner séparément le cas des PME.

Bien que notre échantillon apparié soit biaisé en faveur des grandes entreprises et des entreprises innovantes, le sous-ensemble des PME (définies comme les entreprises de moins de 250 salariés) était suffisamment important pour permettre de répliquer notre analyse. Nous avons donc estimé à nouveau les modèles présentés dans les tableaux 3 à 5, cette fois sur un sous-échantillon de 1 057 entreprises (soit 57 % de l'échantillon apparié) pour la France et de 2 169 entreprises (soit 74 % de l'échantillon apparié) pour les Pays-Bas. Les résultats de ces nouvelles estimations sont présentés dans les tableaux A, B et C de l'appendice 1.

Le tableau A présente les résultats du modèle Probit visant à expliquer la participation à un projet collaboratif du 4^e ou 5^e PCRD. Les déterminants de la participation à un PCRD sont moins nombreux pour les PME que pour l'ensemble des entreprises. Les trois principaux déterminants sont communs aux deux pays étudiés. Ils ressortaient déjà des estimations conduites sur l'ensemble de l'échantillon. Il s'agit de l'intensité de R & D (par rapport à la moyenne du secteur), de la coopération passée avec des universités, et du recours aux brevets par le passé. Nous remarquons toutefois qu'en France, l'effet de l'intensité de R & D passée est beaucoup moins significatif pour les PME que pour l'ensemble des entreprises. En France toujours, l'ouverture à l'international est positivement associée à la participation, mais ce résultat est légèrement moins significatif pour les PME qu'il ne l'était pour l'ensemble des entreprises. Enfin, aux Pays-Bas, avoir coopéré avec des clients pour innover est associé à une plus grande probabilité de participation ; ce résultat est beaucoup plus significatif pour les PME que pour l'ensemble des entreprises. En résumé, dans les deux pays, la participation des PME aux PCRD semble largement conditionnée par leur capacité à nouer des collaborations scientifiques.

Le tableau B présente les résultats du modèle Tobit généralisé visant à évaluer l'effet de la participation aux PCRD sur l'intensité d'innovation. Comme dans le modèle estimé sur l'ensemble des entreprises, cet effet n'est jamais significatif. Les principaux déterminants de l'intensité d'innovation, communs aux deux pays, sont la moyenne des ventes innovantes par industrie et la variable dépendante retardée (lorsque celle-ci est incluse dans le modèle). La moyenne des ventes innovantes par industrie permet de capter une partie de l'hétérogénéité intersectorielle. Remplacer cette variable par des indicatrices sectorielles, ne change ni la significativité, ni l'ampleur des principaux résultats des modèles présentés dans le tableau B. En particulier, les résultats concernant l'impact respectif des PCRD et des sources nationales de financement demeurent inchangés. Les indicatrices sectorielles sont globalement significatives (au seuil de 5 %) dans l'équation d'intensité et ne sont pas significatives dans l'équation de sélection (le tableau complet des résultats est disponible sur demande auprès des auteurs)⁹.

⁹ Afin d'estimer le modèle à variable dépendante retardée (modèle 2, colonne de droite du tableau B), nous avons regroupé nos indicatrices sectorielles (basées sur le code NACE à deux chiffres) en nous inspirant de la classification sectorielle par niveau technologique développée par l'OCDE.

Les autres résultats importants du tableau B concernent l'équation de sélection. Ils sont qualitativement très similaires à ceux obtenus pour l'ensemble des entreprises. Pour les PME françaises, la participation à un PCRD est associée à une plus grande probabilité d'innover en produit. L'effet marginal au point moyen de l'échantillon est de 0,34 dans les deux versions du modèle, avec un écart type de 0,10 dans le « Modèle 1 » et de 0,12 dans le « Modèle 2 ». L'effet marginal de la participation à un PCRD est donc trois fois plus élevé pour les PME que pour l'ensemble des entreprises françaises. Le « Modèle 2 », avec variable dépendante retardée, fait également apparaître un effet significatif du soutien national à l'innovation. Ce dernier augmente de 16 points de pourcentage (effet marginal estimé avec un écart type de 8 points) la probabilité d'innover en produit.

Pour les PME hollandaises, le soutien national à l'innovation est déterminant, l'effet de la participation à un PCRD n'étant pas significatif. Dans les deux modèles, le soutien national à l'innovation augmente la probabilité d'innover en produit de 19 points de pourcentage (effet marginal estimé avec un écart type de 3 points). Pour les PME comme pour les autres entreprises, un soutien à l'innovation européen (en France) ou national (en Hollande) se traduit par une hausse de la propension à innover, mais pas de l'intensité d'innovation. Les PME innovantes ayant bénéficié d'un soutien n'ont pas une intensité d'innovation supérieure à celle des autres.

Le tableau C présente les résultats du modèle Tobit généralisé visant à évaluer l'effet de la participation aux PCRD sur l'intensité de R & D. Cet effet est significatif en France, mais pas aux Pays-Bas. Dans les deux pays en revanche, les PME ayant bénéficié d'un soutien national pour innover ont une intensité de R & D supérieure à celle des autres entreprises. L'introduction d'indicatrices sectorielles (même à un niveau très agrégé) dans le modèle fait disparaître l'effet positif de la participation à un PCRD observé en France. L'effet du soutien national ne disparaît pas, mais devient moins significatif dans les deux pays. Dans l'équation de sélection, nous observons un effet positif de la participation aux PCRD en France, et du soutien national à l'innovation aux Pays-Bas.

Ces deux effets sont robustes à l'introduction d'indicatrices sectorielles dans le modèle. La participation d'une PME française à un PCRD augmente de 28 points de pourcentage (effet marginal estimé avec un écart type de 8 points) sa probabilité d'investir en R & D. Comparer ce résultat à ceux obtenus sur l'ensemble des entreprises suggère qu'en France, les PCRD stimulent la propension à investir en R & D pour les PME seulement, alors que les soutiens nationaux stimulent cette propension pour les entreprises de toutes tailles. Pour une PME hollandaise, bénéficier d'un soutien national augmente la probabilité d'investir en R & D de 14 points de pourcentage (effet marginal estimé avec un écart type de 4 points). Cet effet est comparable à celui mesuré pour l'ensemble des entreprises hollandaises.

■ Conclusion

Cette recherche avait pour objectif, d'une part, de préciser les caractéristiques des entreprises participant à un PCRD et, d'autre part, d'évaluer l'impact de cette participation sur leurs activités innovantes. Notre travail proposait une comparaison France/Pays-Bas. Il s'appuyait sur une analyse économétrique exploitant les données des enquêtes communautaires sur l'innovation CIS3 et CIS4. Afin de tenir compte de la temporalité longue des PCRD, nous avons mobilisé, pour évaluer leur impact, un échantillon d'entreprises résultant de l'appariement de CIS3 et CIS4. Cela nous permet de mesurer l'impact de la participation à un PCRD entre 1998 et 2000 sur des indicateurs d'innovation observés en 2004. Les indicateurs d'innovation retenus sont l'intensité d'innovation (calculée à partir des ventes de produits nouveaux pour le marché) et l'intensité de R & D.

L'analyse des caractéristiques des participants suggère que les entreprises qui s'engagent dans un projet collaboratif financé par un PCRD appartiennent à « l'élite » des entreprises innovantes européennes. En France comme aux Pays-Bas, il s'agit d'entreprises de grande taille, dont l'intensité de R & D est supérieure à la moyenne de leur secteur d'activité. Pour évaluer l'impact de la participation à un PCRD, nous avons estimé des modèles Tobit généralisés en utilisant les données appariées. Ces estimations ne permettent pas d'isoler un effet bien marqué des PCRD (contrairement à celui, bien identifié, des soutiens nationaux à l'innovation). En France, ces programmes permettent à des entreprises de devenir innovantes en produit, mais ne conduisent pas à une intensité d'innovation supérieure à celle des autres entreprises innovantes. Ils n'ont pas d'effet sur les investissements en R & D. Aux Pays-Bas, les PCRD n'ont d'impact ni sur l'innovation de produit, ni sur les dépenses de R & D. En revanche, dans les deux pays, les instruments nationaux ont un effet positif sur la probabilité d'innover, sur la probabilité d'investir en R & D et sur le niveau des investissements en R & D.

Face à ces résultats mitigés, nous avons reconduit notre analyse sur le sous-échantillon des PME (définies comme entreprises de moins de 250 salariés). Ce travail partait de l'idée que leur comportement en matière d'innovation diffère de celui des autres entreprises. La participation à un PCRD pourrait donc avoir un impact spécifique pour les PME. Notre analyse ne conforte cependant pas cette idée : les résultats obtenus sur les PME sont très similaires à ceux obtenus pour l'ensemble des entreprises, en particulier aux Pays-Bas. L'impact positif des PCRD sur la probabilité d'innover est toutefois conforté pour les PME françaises. De plus, un effet positif sur la probabilité d'investir en R & D (mais pas sur le montant de l'investissement) apparaît également pour ces dernières.

En résumé, les 4^e et 5^e PCRD n'ont pas eu un effet d'entraînement supérieur à celui des instruments nationaux de soutien à l'innovation. Ces derniers jouent un rôle déterminant (en particulier aux Pays-Bas) pour accroître la propension à innover et/ou à investir en R & D. Ils suscitent également un effet d'entraînement sur l'investissement en R & D. Ces résultats devront être confirmés par des analyses ultérieures (couvrant davantage de pays, permettant d'isoler chaque PCRD et de comparer un groupe de participants à un groupe de contrôle). S'ils se révèlent robustes, ils sont susceptibles de conduire à une recommandation importante pour la politique d'innovation européenne, recommandation qui rejoint les conclusions de travaux récents (Matt *et al.*, 2009) : amender les PCRD, en les simplifiant et en les rendant plus lisibles, permettrait d'en faire des outils plus performants. En particulier, les entreprises en retireraient une meilleure perception des retombées potentielles de la participation, bien au-delà de simples « effets d'aubaine » momentanés.

Bibliographie

Benfratello L., Sembenelli A., « Research joint ventures and firm level performance », *Research Policy*, 2002, 31, p. 493-507.

Brouwer E., Kleinknecht A., « Innovative output and a firm's propensity to patent : An empirical investigation », *Research Policy*, 1999, 28, p. 615-624.

Commission européenne, *Relever le défi : La stratégie de Lisbonne pour la croissance et l'emploi*, Luxembourg, Office des publications officielles des Communautés européennes, 2004.

Griffith R., Huergo E., Mairesse J., Petters B., « Innovation and productivity across four European countries », *Oxford Review of Economic Policy*, 2006, 22(4), p. 483-498.

Hernan R., Marin P.L., Siotis G., « An Empirical Evaluation of the Determinants of Research Joint Venture Formation », *Journal of Industrial Economics*, 2003, 51(1), p.75-89.

Kamien M., Müller E., Zang I., « Research Joint Ventures and R & D Cartels », *American Economic Review*, 1992, 82(5), p. 1293-1306.

Luukkonen T., « The difficulties in assessing the impact of EU framework programmes », *Research Policy*, 1998, 27, p. 599-610.

Mairesse J., Mohnen P., « Accounting for Innovation and Measuring Innovativeness : An Illustrative Framework and an Application », *American Economic Review*, 2002, 92(2), p. 226-230.

Marin P.L., Siotis G., « Public policies towards Research Joint Venture : Institutional design and participants characteristics », *Research Policy*, 2008, 37, p. 1057-1065.

Matt M., Robin S., Wolff S., « How do Public Programmes Shape Strategic R & D Collaborations ? Project-Level Evidence from the 5th and 6th EU Framework Programmes », *Working Paper BETA*, 2009, No. 2009-29.

Mohnen P., Mairesse J., Dagenais M., « Innovativity : A comparison across seven European countries », *Economics of Innovation and New Technology*, 2006, 15(4-5), p. 391-413.

Appendice

■ Estimations additionnelles pour les PME

TABLEAU A
Déterminants de la participation au 4^e ou 5^e PCRD entre 1998 et 2000
(modèle Probit)

	France		Pays-Bas	
	Coefficient	Erreur standard	Coefficient	Erreur standard
A innové en coopération avec :				
des fournisseurs	0,24	(0,16)	-0,33	(0,19)*
des clients	0,22	(0,17)	0,45	(0,17)***
des concurrents	0,17	(0,19)	-0,001	(0,19)
des universités	0,57	(0,17)***	0,88	(0,18)***
Taille (log du nombre d'employés) en 2000	-0,04	(0,08)	0,06	(0,05)
Intensité de R & D - moyenne du secteur	0,83	(0,43)*	0,02	(0,00)***
Détenait des brevets en 2000	0,29	(0,14)**	0,38	(0,13)***
Principal marché (1998-2000) : international	0,31	(0,14)**	0,10	(0,14)
Constante	-2,62	(0,42)***	-2,59	(0,22)***
Indicatrices sectorielles (Test de l'effet global)	Chi ² (13 d.l.) = 46,08***		Chi ² (20 d.l.) = 18,83	
Log vraisemblance	-222,82		-265,91	
Test rapport des vraisemblances	143,27***		111,50***	
Pseudo R ²	0,24		0,17	

Significatif au seuil de * 10 % ; ** 5 % ; *** 1 %.

TABLEAU B

Impact de la participation à un PCRD (1998-2000) sur les ventes innovantes de 2004

Modèle Tobit généralisé	Modèle 1				Modèle 2			
	France		Pays-Bas		France		Pays-Bas	
	Coefficient	Erreur standard	Coefficient	Erreur standard	Coefficient	Erreur standard	Coefficient	Erreur standard
Équation d'intérêt (log ventes innovantes de 2004)								
A innové en coopération avec :								
des fournisseurs	0,10	(0,34)	-0,10	(0,25)	0,04	(0,37)	-0,28	(0,24)
des clients	-0,14	(0,36)	-0,43	(0,25)*	-0,32	(0,39)	-0,47	(0,24)*
des concurrents	0,16	(0,37)	0,29	(0,27)	0,06	(0,38)	-0,00	(0,26)
des universités	-0,13	(0,38)	-0,10	(0,25)	-0,15	(0,41)	-0,07	(0,25)
Moyenne des ventes innovantes par industrie en 2000	0,84	(0,29)***	0,99	(0,23)***	0,67	(0,36)*	0,77	(0,23)***
Intensité de R & D 1998-2000 moins moyenne du secteur	0,66	(0,85)	0,02	(0,01)	0,79	(1,03)	0,04	(0,02)**
Taille de l'entreprise (log nombre d'employés) en 2000	0,13	(0,19)	0,15	(0,10)	0,11	(0,20)	0,15	(0,11)
Croissance des ventes (2002-2004) par industrie	0,00	(0,00)	0,00	(0,00)	0,00	(0,00)	0,00	(0,00)**
L'entreprise appartient à un groupe étranger	0,13	(0,24)	-0,10	(0,16)	0,07	(0,26)	-0,11	(0,16)
CA accru de 10 % ou plus	2,83	(1,02)***	0,16	(0,26)	1,96	(1,00)*	0,24	(0,26)
Détenait des brevets en 2000	0,57	(0,30)*	0,12	(0,20)	0,28	(0,31)	0,07	(0,21)
A participé au 4 ^e ou 5 ^e PCRD	0,66	(0,50)	0,03	(0,45)	0,76	(0,56)	0,38	(0,43)
A bénéficié d'un soutien à l'innovation :								
national	0,46	(0,34)	-0,06	(0,24)	0,67	(0,41)	-0,04	(0,27)
régional	-0,11	(0,41)	0,29	(0,38)	0,25	(0,49)	0,19	(0,36)
Constante	-1,86	(1,24)	-1,84	(1,24)	-2,38	(1,38)	-2,94	(1,62)*
Log des ventes innovantes en 2000					0,41	(0,11)***	0,42	(0,09)***
Équation de sélection (Probit)								
A innové en produit entre 1998 et 2000	-0,10	(0,14)	0,53	(0,12)***				
Intensité de R & D - moyenne du secteur	0,29	(0,46)	0,00	(0,01)	0,03	(0,56)	0,00	(0,01)
Taille (nombre d'employés) en 2000	0,24	(0,09)***	0,05	(0,05)	0,20	(0,10)**	0,11	(0,06)*
Détenait des brevets en 2000	0,53	(0,14)***	0,37	(0,10)***	0,34	(0,16)**	0,33	(0,10)***
A participé au 4 ^e ou 5 ^e PCRD	0,89	(0,28)***	0,28	(0,30)	0,90	(0,32)***	0,16	(0,31)
A bénéficié d'un soutien à l'innovation :								
national	0,16	(0,16)	0,54	(0,09)***	0,41	(0,20)**	0,53	(0,10)***
régional	-0,04	(0,20)	-0,02	(0,21)	-0,30	(0,24)	0,01	(0,23)
Constante	-1,59	(0,41)***	-1,52	(0,25)***	-1,76	(0,48)***	-1,77	(0,31)***
Log des ventes innovantes en 2000					0,11	(0,06)**	0,14	(0,04)***
r	0,76	(0,12)***	-0,15	(0,29)	0,79	(0,13)***	0,01	(0,47)
s	1,80	(0,21)***	1,37	(0,07)***	1,71	(0,25)***	1,26	(0,05)***
l = sr	1,36	(0,36)***	-0,20	(0,41)	1,36	(0,41)***	0,01	(0,60)
Log vraisemblance	-525,77		-1208,61		-385,36		-1004,48	
Test de Wald (test global du modèle)	32,37***		30,77***		38,81***		70,08***	
p-valeur du test LR de H0 : « r = 0 »	0,037		0,633		0,071		0,989	

Significativité : * 10 % ; ** 5 % ; *** 1 %.

TABLEAU C

Impact de la participation à un PCRD (1998-2000) sur l'intensité de R & D en 2004

Modèle Tobit généralisé	France		Pays-Bas		France		Pays-Bas	
	Coefficient	Erreur standard	Coefficient	Erreur standard	Coefficient	Erreur standard	Coefficient	Erreur standard
Équation d'intérêt (log intensité de R & D en 2004)								
Log intensité de R & D en 2000	0,63	(0,07)***	0,61	(0,05)***	0,33	(0,07)***	0,56	(0,05)***
Participation au 4 ^e ou 5 ^e PCRD	1,18	(0,44)***	0,49	(0,35)	0,55	(0,38)	0,49	(0,34)
Soutien à l'innovation :								
national	0,58	(0,28)**	0,36	(0,16)**	0,45	(0,24)*	0,29	(0,15)*
régional	0,23	(0,35)	-0,23	(0,27)	0,3	(0,30)	-0,28	(0,27)
Principal marché : international	0,32	(0,23)	0,14	(0,14)	0,3	(0,20)	0,20	(0,15)
Détenait des brevets en 2000	0,21	(0,22)	0,11	(0,14)	0,22	(0,20)	0,13	(0,14)
Constante	-2,73	(0,43)***	-0,68	(0,27)***	-4,22	(0,46)***	-0,49	(0,29)*
Indicatrices sectorielles	NON		NON	OUI	OUI			
Test : effet des indicatrices sectorielles	-	-		70,17***		4,35		
Équation de sélection (Probit)								
Log intensité de R & D en 2000	0,11	(0,04)***	0,17	(0,03)***	0,06	(0,05)	0,19	(0,04)***
Taille (log nombre d'employés)	0,28	(0,10)***	0,19	(0,06)***	0,28	(0,10)***	0,19	(0,07)***
Participation au 4 ^e ou 5 ^e PCRD	1,06	(0,41)***	-0,02	(0,33)	0,98	(0,42)**	0,00	(0,34)
Soutien à l'innovation :								
national	0,10	(0,18)	0,49	(0,11)***	0,1	(0,18)	0,36	(0,11)***
régional	-0,15	(0,23)	0,27	(0,24)	-0,13	(0,23)	0,29	(0,25)
Constante	-0,44	(0,45)	-0,81	(0,29)***	-0,77	(0,48)	-1,07	(0,32)***
Indicatrices sectorielles	NON		NON	OUI	OUI			
Test: effet des indicatrices sectorielles	-	-		4,07		26,87		
r	0,48	(0,24)*	0,44	(0,20)**	0,31	(0,29)	0,3	(0,20)
s	1,68	(0,14)***	1,28	(0,09)***	1,4	(0,10)***	1,23	(0,06)***
l = rs	0,81	(0,46)*	0,57	(0,29)**	0,43	(0,43)	0,36	(0,25)
Log vraisemblance	-607,60		-1037,98		-574,56		-989,19	
Test de Wald (test global du modèle)	135,18***		194,52***		207,41***		230,88***	
p-valeur du test LR de H0 : « r = 0 »	0,164		0,087		0,334		0,182	

Significatif au seuil de * 10 % ; ** 5 % ; *** 1 %.

Le test de l'effet des indicatrices sectorielles est un test du Chi² à 4 d.l. pour la France comme pour les Pays-Bas.

Questionnaire CIS4

1. Informations générales sur l'entreprise.	326
2. Innovation de produits - biens ou services.	327
3. Innovation de procédés	327
4. Activités d'innovation en cours ou abandonnées.	327
5. Activités et dépenses d'innovation	328
6. Sources d'information et de coopération	329
7. Effets de l'innovation entre 2002 et 2004	330
8. Facteurs freinant les activités d'innovation.	330
9. Droits de propriété intellectuelle	331
10. Innovations d'organisation et de marketing	331
11. Principale innovation entre 2002 et 2004	331

Enquête "Innovation"

Année 2005



Dans le cadre de la Statistique publique, cinq services statistiques ministériels se sont associés pour cette enquête : l'Institut national de la statistique et des études économiques (Insee) pour les services (y compris banques et assurances) et pour le commerce, le Service des études et des statistiques industrielles (Sessi) pour l'industrie, le Service économique et statistique (Sesp) pour la construction et les transports, le Service central des enquêtes et études statistiques (Scees) pour les industries agroalimentaires ainsi que la Direction de l'évaluation et de la prospective (Dep) pour la recherche.

cachet de l'entreprise

Merci de retourner le questionnaire dans les dix jours

Nom et coordonnées de la personne ayant répondu à ce questionnaire, et susceptible de fournir des renseignements complémentaires :

Mme/ Mlle/ M. _____ Fonction _____
Téléphone _____ Télécopie _____ Courriel _____

Vu l'avis favorable du Conseil National de l'Information Statistique, cette enquête, reconnue d'intérêt général et de qualité statistique, est obligatoire. Visa n° 2005 X 104 IN du Ministre de l'Économie, des Finances et de l'Industrie, valable pour les années 2005 et 2006. Aux termes de l'article 6 de la loi n° 51-711 du 7 juin 1951 modifiée sur l'obligation, la coordination et le secret en matière de statistique, les renseignements transmis en réponse au présent questionnaire ne sauraient en aucun cas être utilisés à des fins de contrôle fiscal ou de répression économique. L'article 7 de la loi précitée stipule d'autre part que tout défaut de réponse ou une réponse sciemment inexacte peut entraîner l'application d'une amende administrative. La loi n° 78-17 du 6 janvier 1978 modifiée, relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés, s'applique aux réponses faites à la présente enquête par les entreprises individuelles. Elle leur garantit un droit d'accès et de rectification pour les données les concernant. Ce droit peut être exercé auprès du SESSI. Questionnaire confidentiel destiné au Sessi Caen.

Nom de l'entreprise

Adresse :

Activité principale :

SIREN de l'entreprise :

La présente enquête collecte des informations sur des **produits ou des procédés nouveaux**, ainsi que sur des innovations d'organisation et de marketing introduites au cours des trois années allant de 2002 à 2004. La plupart des questions portent sur l'introduction de biens ou services et sur la mise en œuvre de procédés ou de méthodes de logistiques et de distribution, nouveaux ou modifiés de manière significative. **Les innovations d'organisation ou de marketing font l'objet de la section 10.**

Les termes de produits et de procédés sont employés ici comme des termes génériques. Nous vous demandons de bien vouloir vous reporter à la **notice explicative** pour une définition précise de ces termes accompagnée d'exemples.

1. Informations générales sur l'entreprise

1.1 Votre entreprise fait-elle partie d'un groupe et/ou d'un réseau d'enseigne(s) ?

Les deux questions ci-dessous sont indépendantes

a - Elle fait partie d'un groupe **Oui**

a1 - Si Oui, dans quel pays se trouve l'entreprise à la tête de votre groupe ? ¹

.....

Non

b - Elle fait partie d'un réseau d'enseigne(s) ou d'un groupement d'entreprises ¹ **Oui**

Non

1.2 Entre 2002 et 2004, sur quels marchés géographiques votre entreprise a-t-elle vendu des biens ou des services ?

Plusieurs réponses possibles

Oui **Non**

a - Marché local / régional en France

b - Marché national

c - Autres pays de l'Union européenne (UE), pays de l'AELE ou pays candidats à l'UE ¹

d - Autres pays

¹ Voir notice explicative

2. Innovation de produits - biens ou services

2.1 Entre 2002 et 2004, votre entreprise a-t-elle introduit ?

- a - Des produits (biens ou services) nouveaux ou améliorés de manière significative (à l'exclusion de la simple revente de nouveaux produits achetés à d'autres entreprises et des modifications exclusivement esthétiques ou de simple conditionnement) Oui Non

a1 - dont produits nouveaux ou améliorés, créés par l'association de biens ou services ¹

Si vous avez répondu "Non" à ces deux questions, veuillez passer à la question 3.1, sinon poursuivez.

¹ impliquant une nouveauté ou une amélioration significative : ne pas prendre en compte ici la publicité, promotion etc. (voir notice)

2.2 Qui a développé ces innovations de produits ?

Choisissez l'option la plus pertinente

- a - Principalement votre entreprise ou votre groupe (ou votre réseau d'enseignes)
- b - Votre entreprise conjointement avec d'autres entreprises ou organismes
- c - Principalement d'autres entreprises ou organismes

2.3 Les innovations de produits introduites de 2002 à 2004 étaient-elles ?

- a - **Nouvelles pour votre marché** Oui Non
Votre entreprise a introduit sur votre marché avant vos concurrents un produit (bien ou service) nouveau ou amélioré de manière significative (peut-être déjà disponible sur d'autres marchés)
- b - **Nouvelles uniquement pour votre entreprise**
Votre entreprise a introduit un produit (bien ou service) nouveau ou amélioré de manière significative qui était déjà disponible sur votre marché chez vos concurrents

Estimation de la part de votre chiffre d'affaires en 2004 relative :

- c - Aux innovations de produits (biens ou services) introduites entre 2002 et 2004, **nouvelles pour votre marché** (Oui à 2.3 a) %
- d - Aux innovations de produits (biens ou services) introduites entre 2002 et 2004, **nouvelles uniquement pour votre entreprise** (Oui à 2.3 b) %
- e - A des produits (biens ou services) **inchangés ou modifiés de manière marginale** entre 2002 et 2004 %
- Total (votre chiffre d'affaires) %

3. Innovation de procédés

3.1 Entre 2002 et 2004, votre entreprise a-t-elle introduit des nouveautés ou des améliorations significatives concernant ?

- a - Vos procédés de fabrication ou de production de biens ou de services Oui Non
- b - Vos méthodes de logistique, de fourniture ou distribution de matières premières, biens ou services
- c - Vos activités de soutien ou de support, comme activités de maintenance ou d'achat, de comptabilité...

Si vous avez répondu "Non" à ces questions, veuillez passer à la section 4, sinon poursuivez.

3.2 Qui a développé ces innovations de procédés ?

Choisissez l'option la plus pertinente

- a - Principalement votre entreprise ou votre groupe (ou votre réseau d'enseignes)
- b - Votre entreprise conjointement avec d'autres entreprises ou organismes
- c - Principalement d'autres entreprises ou organismes

4. Activités d'innovation en cours ou abandonnées

4.1 Votre entreprise avait-elle des activités d'innovation qui, soit ont été abandonnées entre 2002 et 2004, soit étaient toujours en cours fin 2004 ? Oui Non

Si votre entreprise n'a eu aucune activité d'innovation entre 2002 et 2004 (ayant répondu "Non" aux questions 2.1, 3.1 et 4.1) veuillez passer à la question 8.2, sinon poursuivez.

5. Activités et dépenses d'innovation

5.1 Entre 2002 et 2004, votre entreprise a-t-elle engagé des activités d'innovation telles que :

		Oui	Non
a - Recherche & Développement (R & D) réalisée en interne	Menée au sein de votre entreprise (y compris le développement de logiciels lorsqu'ils constituent en eux-mêmes une solution nouvelle d'un problème scientifique ou technologique)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
a1 - Si Oui, ces activités de Recherche & Développement (R & D) ont-elles été :			
a1.1 - réalisées de manière continue ?	<input type="checkbox"/>	a1.2 - ou réalisées de manière occasionnelle ?	<input type="checkbox"/>
a2 - financées (tout ou partie) par un partenaire externe à l'entreprise ?	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
a2.1 - dont financées (tout ou partie) par une entreprise de votre groupe (ou de votre réseau d'enseignes)	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
a2.2 - dont financées (tout ou partie) par un organisme public	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
b - Recherche & Développement (R & D) réalisée en externe	Effectuée par des organismes de recherche publics ou privés ou par d'autres entreprises (y compris groupe ou réseau d'enseignes)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c - Acquisition de machines, équipements ou logiciels	Liée aux innovations de produits ou de procédés (inclut les acquisitions directement liées à la R & D)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d - Acquisition d'autres connaissances externes	Liée aux innovations de produits ou de procédés (y compris droits, licences liées à des brevets ou non, savoir-faire ou autres connaissances), acquises à l'extérieur de l'entreprise (y compris groupe ou réseau d'enseignes)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e - Formation	En interne ou en externe de votre personnel, liée directement aux innovations de produits ou de procédés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f - Mise sur le marché de biens ou de services innovants	Activités de marketing liées à la mise sur le marché des innovations de produits (biens ou services), y compris études de marché, publicités de lancement	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g - Autres activités d'innovation	Préparation de la mise en œuvre des innovations de produits ou de procédés (procédures et préparatifs techniques, ingénierie de production, non cités ailleurs)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5.2 Estimation des principales dépenses d'innovation en 2004

Cochez "Nul" si votre entreprise n'a effectué aucune dépense d'innovation en 2004

	Montant en milliers d'euros	nul
a - Recherche et Développement (R & D) réalisée en interne (y compris les dépenses d'investissement, dont bâtiments et équipements spécifiquement consacrés aux activités de R & D)	<input style="width: 100px; height: 15px; border: 1px solid black;" type="text"/>	<input type="checkbox"/>
b - Acquisition de Recherche et Développement (R & D) réalisée en externe	<input style="width: 100px; height: 15px; border: 1px solid black;" type="text"/>	<input type="checkbox"/>
c - Acquisition de machines, d'équipements et de logiciels (hors dépenses déjà incluses dans les dépenses de R & D de 5.2 a)	<input style="width: 100px; height: 15px; border: 1px solid black;" type="text"/>	<input type="checkbox"/>
d - Acquisition d'autres connaissances externes (si Oui à la question 5.1 d)	<input style="width: 100px; height: 15px; border: 1px solid black;" type="text"/>	<input type="checkbox"/>
e - Total de ces quatre catégories de dépenses d'innovation	<input style="width: 100px; height: 15px; border: 1px solid black;" type="text"/>	<input type="checkbox"/>

5.3 Entre 2002 et 2004, votre entreprise a-t-elle reçu un soutien financier public pour ses activités d'innovation ?

		Oui	Non
a - Aides, prêts, avances remboursables, garanties de prêts			
a1 - des autorités locales ou régionales	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
a2 - des organismes nationaux (y compris ministères, Anvar, Drire, FRT, etc...)	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
a3 - de l'Union européenne (UE)	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
a4 - Dans l'affirmative, votre entreprise a-t-elle participé au cinquième PCRD - programme-cadre de R & D - (1998-2002) ou au sixième (2003-2006) ?	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
b - Crédits d'impôts (y compris crédit d'impôt recherche)	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

6. Sources d'information et de coopération

6.1 De 2002 à 2004, quelles ont été vos principales sources d'information pour vos activités d'innovation ?

Cochez la case "Sans objet" si la source citée n'a pas permis d'obtenir d'information

		Degré d'importance			
		Élevé	Moyen	Faible	Sans objet
Sources propres	a - Sources internes au sein de votre entreprise	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	b - Sources au sein de votre groupe (ou de votre réseau d'enseignes)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sources de marché	c - Fournisseurs d'équipements, matériel, composants ou logiciel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	d - Clients ou consommateurs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	e - Concurrents ou autres entreprises de votre secteur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	f - Consultants, laboratoires commerciaux ou privés, organismes privés de R & D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sources institutionnelles	g - Universités ou établissements d'enseignement supérieur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	h - Organismes publics de R & D ou instituts privés à but non lucratif	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	i - Conférences, foires commerciales, expositions	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Autres sources	j - Magazines scientifiques et publications professionnelles/ techniques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	k - Associations professionnelles et industrielles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6.2 De 2002 à 2004, votre entreprise a-t-elle coopéré avec d'autres entreprises ou organismes pour ses activités d'innovation ?

Oui Non

6.3 Si Oui, avec quel(s) partenaire(s) et dans quel(s) pays ?

Cochez toutes les possibilités

	Même région	France	Reste de l'Europe	États-Unis	Autres pays
a - Entreprises de votre groupe (ou de votre réseau d'enseignes)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b - Fournisseurs d'équipements, matériel, composants, logiciel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c - Clients ou consommateurs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d - Concurrents ou autres entreprises de votre secteur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e - Entreprises d'autres secteurs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f - Consultants, labo. commerciaux ou privés, organismes privés de R & D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g - Universités, établissements d'enseignement supérieur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h - Organismes publics de R & D ou instituts privés à but non lucratif	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6.4 Avec quel partenaire, la coopération a-t-elle été la plus profitable ?

(Indiquez la lettre correspondant)

6.5 Quelle importance accordez-vous, pour vos activités d'innovation en France, à la localisation régionale ?

	Élevé	Moyen	Faible	Sans objet
Degré d'importance	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6.6 Pour votre entreprise, l'innovation a-t-elle été déterminée par ?

	Degré d'importance			
	Élevé	Moyen	Faible	Nul
a - L'impulsion du marché (relations avec la clientèle, concurrence)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b - La dynamique propre de la technologie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. Effets de l'innovation entre 2002 et 2004

7.1 Effets liés à l'introduction de vos innovations de produits (biens ou services) et de procédés

		Degré d'importance			
		Élevé	Moyen	Faible	Sans objet
Sur les produits	a - Élargir/renouveler la gamme des produits (biens ou services)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	b - Conquérir de nouveaux marchés ou accroître les parts de marché	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	c - Améliorer la qualité des produits (biens ou services)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sur les procédés	d - Améliorer la flexibilité de la production ou de la fourniture de services	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	e - Augmenter la capacité de production ou de fourniture de services	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	f - Réduire les coûts unitaires	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	g - Réduire les consommations de matériaux et d'énergie par unité produite	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Autres effets	h - Améliorer l'impact sur l'environnement ou les aspects liés à la santé et à la sécurité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	i - S'adapter aux règlements et aux normes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. Facteurs freinant les activités d'innovation

8.1 De 2002 à 2004, certains de vos projets ou activités d'innovation ont-ils été ?

	Oui	Non
a - Abandonnés lors de la phase de conception	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b - Abandonnés après le début du projet ou de l'activité	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c - Affectés par de sérieux retards	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

À COMPLÉTER PAR TOUTES LES ENTREPRISES

Veillez répondre aux questions suivantes, quelles qu'aient été vos réponses aux questions précédentes

8.2 Entre 2002 et 2004, quels ont été les facteurs freinant vos activités d'innovation ?

		Degré d'importance			
		Élevé	Moyen	Faible	Sans objet
Facteurs liés aux coûts	a - Manque de moyens financiers au sein de votre entreprise ou de votre groupe (ou de votre réseau d'enseignes)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	b - Manque de moyens financiers en dehors de votre entreprise ou de votre groupe (ou de votre réseau d'enseignes)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	c - Coûts de l'innovation trop importants	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Facteurs liés aux connaissances	d - Manque de personnel qualifié	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	e - Manque d'informations sur la technologie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	f - Manque d'informations sur les marchés	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	g - Difficulté à trouver des partenaires de coopération pour l'innovation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Facteurs liés au marché	h - Marché dominé par des entreprises établies	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	i - Incertitude de la demande en biens ou services innovants	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Motifs pour ne pas innover	j - Aucune nécessité en raison d'innovations précédentes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	k - Aucune nécessité en l'absence d'une demande pour des innovations	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

9. Droits de propriété intellectuelle

9.1 En 2004, une partie de votre activité était-elle protégée par un (des) brevet(s) détenu(s) par votre entreprise ou une entreprise de votre groupe (ou de votre réseau d'enseignes) ?

a - Oui Non

Si Oui, estimation en 2004 de l'ordre de grandeur de la part de votre chiffre d'affaires,

b - protégée par un brevet

				%
--	--	--	--	---

c - dont vous jugez qu'elle est protégée **efficacement** par un brevet

				%
--	--	--	--	---

9.2 Entre 2002 et 2004, avez-vous, vous ou une entreprise de votre groupe (ou de votre réseau d'enseignes), utilisé un des moyens suivants ?

		Oui	Non			Oui	Non
Moyens juridiques	a - Dépôts de brevets	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Autres moyens de protection	e - Secret	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	b - Dessins et modèles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		f - Complexité à la conception	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	c - Marques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		g - Avance technologique sur les concurrents	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	d - Droits d'auteur, copyrights	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

10. Innovations d'organisation et de marketing

10.1 Entre 2002 et 2004, votre entreprise a-t-elle introduit des innovations d'organisation ?

	Oui	Non
a - Importante modification de l'organisation du travail dans votre entreprise	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
a1 - dont mise en place d'une politique pour inciter les salariés et/ou les dirigeants à rester dans l'entreprise	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b - Systèmes de gestion des connaissances nouveaux ou améliorés de manière significative	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b1 - qui se sont traduits par une politique écrite de gestion des connaissances	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b2 - qui se sont traduits par la mise en place d'une culture pour le partage des connaissances	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c - Importante modification des relations de votre entreprise (par alliances, partenariats, externalisation, sous-traitance)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c1 - dont des partenariats ou des alliances pour acquérir des connaissances	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10.2 Effets liés aux innovations d'organisation introduites entre 2002 et 2004

	Degré d'importance			
	Élevé	Moyen	Faible	Sans objet
a - Réduction du temps de réponse aux besoins des clients ou des délais fournisseurs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b - Amélioration de la qualité des biens et des services	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c - Diminution des coûts unitaires	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d - Amélioration de la satisfaction des salariés et/ou diminution du taux de rotation du personnel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10.3 Entre 2002 et 2004, votre entreprise a-t-elle introduit des innovations de marketing ?

	Oui	Non
a - Modifications significatives du design ou de l'emballage d'un bien ou d'un service (hors modifications habituelles et/ou saisonnières)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b - Nouvelles méthodes ou modification significative des méthodes de vente ou de distribution, comme vente par Internet, franchisage, ventes directes ou licences de distribution	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

11. Principale innovation entre 2002 et 2004

Si vous avez répondu Oui à l'un des items des questions 2.1, 3.1, 10.1 ou 10.3

11.1 Pouvez-vous décrire votre principale innovation entre 2002 et 2004 ?

La réponse à cette question n'a pas de caractère obligatoire

.....

11.2 Comment qualifiez-vous cette innovation ?

Plusieurs réponses possibles

Innovation de a - Produit (biens ou services) b - Procédé c - Organisation d - Marketing

MERCI d'avoir bien voulu compléter ce questionnaire

Enquête
Innovation

6

L'innovation est l'une des clés de la compétitivité des entreprises, qu'elles soient industrielles ou bien de services. Dans le contexte de la « stratégie de Lisbonne », les politiques publiques se sont développées pour accompagner les entreprises dans cet investissement. Mais l'efficacité de ces actions nécessite de connaître en profondeur les mécanismes qui transforment l'innovation en parts de marché supplémentaires. Consciente de l'enjeu représenté par cette connaissance, la Commission européenne a mis en place les « enquêtes sur l'innovation », dites CIS (Community Innovation Survey). Réalisées auprès des entreprises, elles constituent un matériau d'une grande richesse. La direction générale de la Compétitivité, de l'Industrie et des Services (DGCIS), au sein du ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie, a demandé à un ensemble d'experts d'analyser à partir de ces enquêtes les divers aspects du processus d'innovation au sein des entreprises ainsi que l'impact en termes de performances. Le présent ouvrage, fruit de ces travaux, constitue une référence non seulement pour les spécialistes de ces problématiques mais aussi pour les acteurs – « publics » et « privés » – impliqués par ces questions stratégiques.