

Direction des Statistiques d'Entreprises

E 2009/06

**Innovations et performances des sociétés
des services et de l'industrie
manufacturière, comparaisons**

Christian Cordellier

Document de travail



Institut National de la Statistique et des Études Économiques

Institut National de la Statistique et des Études Économiques

*Série des documents de travail
de la Direction des Statistiques d'Entreprises*

E 2009/06

**Innovations et performances des sociétés des services et de
l'industrie manufacturière, comparaisons**

*Christian CORDELLIER
chargé d'études
Division services*

Juin 2009

*Ces documents de travail ne reflètent pas la position de l'INSEE et n'engagent que leurs auteurs.
Working papers do not reflect the position of INSEE but only their author's views.*

Innovations et performances des sociétés des services et de l'industrie manufacturière, comparaisons

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 issus 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.

Mots-clés : combinaisons d'innovations, déterminants de l'innovation, CIS4, performances des sociétés, services, industrie manufacturière.

Firms' innovations and economic performances in manufacturing and service industries (trade, transport and financials excluded), comparaisons

Abstract :

From 2002 to 2006, firms' market share is more growing or less reducing if firms innovated from 2002 to 2004 than if they did not, all things being equal. The advantage of innovative firms over non innovative is as broad as innovation combines together new product, new process, new organisation or new marketing method, and as the set of novelties is full. In manufacturing and technological services (R&D, computer activities, telecommunication, audiovisual), product and process innovations yield more than organisation and marketing innovations. But this does not hold in other services. Innovation gives an advantage to firms' total factor productivity only by combining at less new product and new process in manufacturing and technological services. These effects derive from econometric estimations : they do not clearly appear in descriptive statistics. They are those which could be observed among identical firms but having innovated differently. These effects should not be hold as causals as far as endogeneity problems could not be correctly resolved.

Key words : combining innovations, innovation factors, CIS4, firms' economic performances, services, manufacturing industries.

Ce document a bénéficié des conseils et remarques de Sébastien Roux et Xavier Niel. L'auteur tient à les remercier. Il reste seul responsable des erreurs pouvant subsister.

Innovations et performances des sociétés des services et de l'industrie manufacturière, comparaisons.

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 issus 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.

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. D'autre part, 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 marketing¹.

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 des 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.

¹ 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 ?).

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 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 procédé².

tableau 1 Proportion de sociétés innovantes par regroupements 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
<i>dont haute technologie</i>	38.6	34.1	46.0	18.4	34.4
<i>basse technologie</i>	18.5	26.7	31.2	12.4	49.5
Services	14.6	18.7	35.6	20.6	51.6
<i>dont services technologiques</i>	52.0	43.2	61.9	35.6	20.0
<i>services intellectuels</i>	10.7	17.2	41.5	16.9	47.0
<i>services d'accueil ou d'appui</i>	10.1	15.2	27.6	20.0	59.8
Finance assurances	22.5	32.2	43.6	32.7	42.6
Autres secteurs*	7.5	17.2	31.8	17.1	58.4
Ensemble	13.0	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 connaissance (Doloreux et Muller, 2007) et de la nouvelle nomenclature des activités (Naf rév. 2, édition 2008).

² Dans certains articles qui exploitent les versions précédentes de l'enquête CIS, l'incidence de la demande et de la technologie, renseignées 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.

Ces travaux autoriseraient de classer les services en secteurs de services aux entreprises intensifs en connaissances, dits KIBS (knowledge innovation intensive business) et en autres secteurs ; les KIBS étant 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 produits 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-étude de marchés 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 minimum, 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'Etat ; les banques³ 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 innovent 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 innovent en produit (52 % dans les services technologiques), 40,7 % innovent en procédé (contre 43,7 %), 50,9 % innovent en organisation (contre 61,9 %) et 22,8 % innovent 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.

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.

³ 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.

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 dépense 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 productivités globales entre 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'innovation peuvent se combiner

Les sociétés qui réalisent plusieurs catégories d'innovations simultanément sont fréquentes. Elles innovent 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'innovation 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](#)).

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 d'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 innoveraient 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'innovation 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.

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.

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 innoverent 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

		ensemble	combinaison à dominante :						
			produit procédé marketg	produit procédé	produit	procédé	marketg	organisa- -tion seule	Sans innova- -tion
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 technolo- -giques	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 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 présupposé 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 autres⁴.

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 fond 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 fond 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 des 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 salarié⁵.

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 et 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.

⁴ Conseil formulé par Laurence Tassone, d'Oséo.

⁵ 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.

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 par ailleurs, de même, la taille du groupe des sociétés en 2001, si elles font partie d'un groupe à cette date.

Le jeu effectif des déterminants des combinaisons

La méthode adéquate pour analyser la probabilité de réaliser une combinaison d'innovations concurrentiellement 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'innovation 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 répliquations).

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 ,

$$\text{est } P(j/x_i) = \frac{\exp(x_i \beta_j)}{1 + \sum_{h=1}^{h=J-1} \exp(x_i \beta_h)}$$

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 dépend 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 .

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.

paires concordantes %	produit procédé marketing	produit procédé	produit	procédé	marketing	organisat 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-type des coefficients estimés. On peut estimer ces écarts-type 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 :

$$\frac{\partial P(j/x_i)}{\partial x_{ik}} = \left[\beta_{kj} - \sum_{h=1}^J \beta_{kh} P(h/x_i) \right] P(j/x_i), \text{ qui dépend des valeurs des autres coefficients et de celles de toutes les variables explicatives.}$$

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 référence (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 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 5000 salariés) augmente la probabilité d'innover. Les sociétés faisant partie d'un grand groupe (plus de 5000 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 5000 salariés) et petits groupes (moins de 250 salariés) innover 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 et 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 clients⁶. Mais la concentration sectorielle défavorise (décourage ?) la réalisation de ces combinaisons dans 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.

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 apparaît 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.

⁶ Ces explications adaptent des explications de Laurence Tassone relatives à une version antérieure.

tableau 3 : 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	organisat 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 5000 sal. ^(b)	0.2	0.9	0.2	-1.4	-3.3**	1.81	1.58
groupe de 250 à 5000 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 fond roulement 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 financières 2001	0.91**	0.19	0.35	-0.43	0.37	-0.24	-1.15**
évo 1998-2001 masse salariale	12.39	-1.46	3.92	3.23	0.58	15.09**	-33.74***
évo 1998-2001 effectif salarié	-5.89	7.99	1.95	-8.67	1.21	-9.89	13.29
évo 1998-2001 immo corporelles	-1.38	4.07	0.09	1.98	-1.65	-0.55	-2.56
évo 1998-2001 immo incorp	-0.05	-1.44	-3.38***	0.68	2.25***	1.96**	-0.03
évo 1998-2001 immo financières	-2.12**	1.7*	0.2	0.32	-1.09	-0.22	1.21
évo 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 technologi q 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**
évo 1998-2001 VA sect pérenne	8.61	-13.29	1.93	13.58	15.92	-11.74	-15
évo 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

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 %.

Tableau 3 (suite)

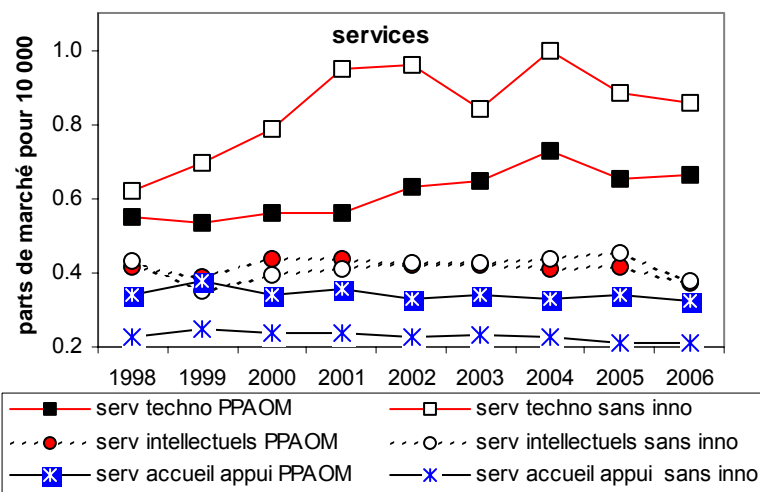
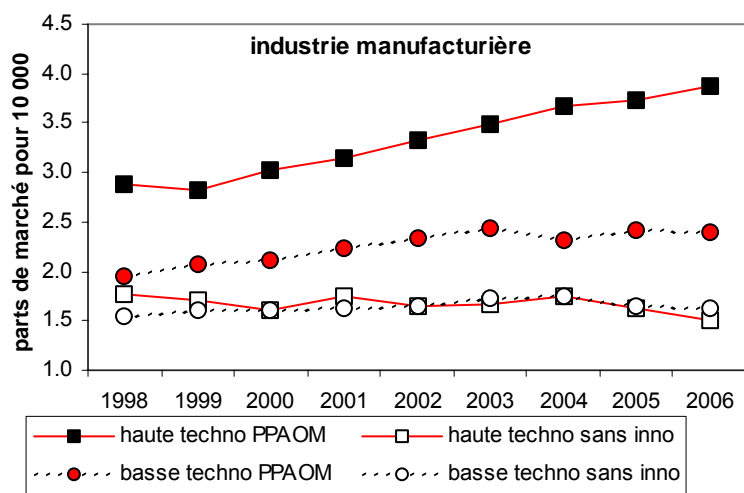
Services technologiques, intellectuels et services d'accueil ou d'appui 3 138 observations	combinaisons d'innovations à dominante :						
	produit procédé marketing	produit procédé	produit	procédé	marketing	organisat seule	sans innovation
proportion (%) de sociétés ayant réalisé la combinaison	7.4	3.9	5.0	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 5000 salariés	0.39	1.7	2.73	1.79	2.71	1.26	-10.56***
groupe de 250 à 5000 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 incorporel 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 fond 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*
évo 1998-2001 masse salariale	4.2	-4.98	4.53	1.9	9.29	-5.4	-9.53
évo 1998-2001 effectif salarié	4.74	0.71	-2.68	-7.89	3.5	1.78	-0.16
évo 1998-2001 immo corporelles	3.14	4.47**	-1.49	-1.35	-6.08**	2.86	-1.56
évo 1998-2001 immo incorp	-0.93	-0.67	-0.14	-0.88	1.54	-0.02	1.09
évo 1998-2001 immo financières	-0.7	0.57	1.97**	-1.76*	0.15	0.92	-1.14
évo 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
évo 1998-2001 VA sect pérenne	-1.32	28.37	-10.6	32.36	-66.86***	-8.21	26.26
évo 1998-2001 VA sect totale	21.36	-20.37	16.97	-43.07*	45.6**	14.73	-35.24

(a) variable prise comme référence

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), 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 : Evolution 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.

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 innovent peu.

Les différences ou similitudes de niveaux des parts de marché médianes sont ainsi permanents 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. A 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

les niveaux sont en pour 10 000

	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					
produit, procédé et marketing	7.53	17.1	-0.1	4.95	2.2	3.3			
produit et procédé	7.71	5.7	0.2	3.38	5.2	1.1			
produit	4.00	3.9	2.4	3.36	0.4	-6.4			
procédé	2.07	5.3	5.5	1.79	3.4	0.6			
marketing	2.17	0.2	-2.8	2.49	0.9	-0.6			
organisation	1.25	6.1	11.0	1.26	0.2	2.1			
sans innovation	1.76	-0.7	-1.9	1.64	1.9	-0.3			
	services technologiques			services intellectuels			services d'accueil ou appui		
produit, procédé et marketing	0.44	10.0	9.1	0.67	10.1	2.1	0.66	4.9	-3.0
produit et procédé	0.95	22.3	6.8	0.56	9.3	-5.0	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	8.0	2.0	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	-4.0	-1.7	0.26	-2.9	-0.1
sans innovation	0.95	15.0	-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.

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 =
 $\alpha (\log(\text{valeur ajoutée}) - \log(\text{effectif salarié})) + (1 - \alpha) (\log(\text{valeur ajoutée}) - \log(\text{capital})) =$
 $\alpha \log(\text{valeur ajoutée} / \text{effectif salarié}) + (1 - \alpha) \log(\text{valeur ajoutée} / \text{capital}) =$
 $\alpha \log(\text{productivité du travail}) + (1 - \alpha) \log(\text{productivité du capital})$.

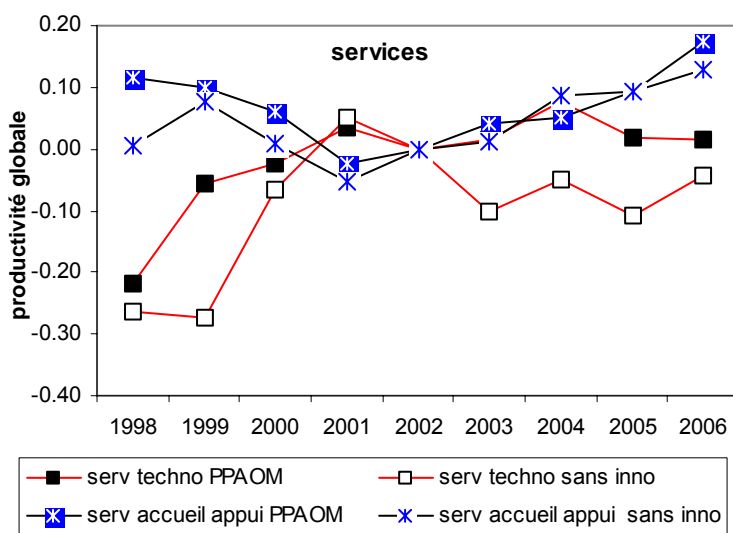
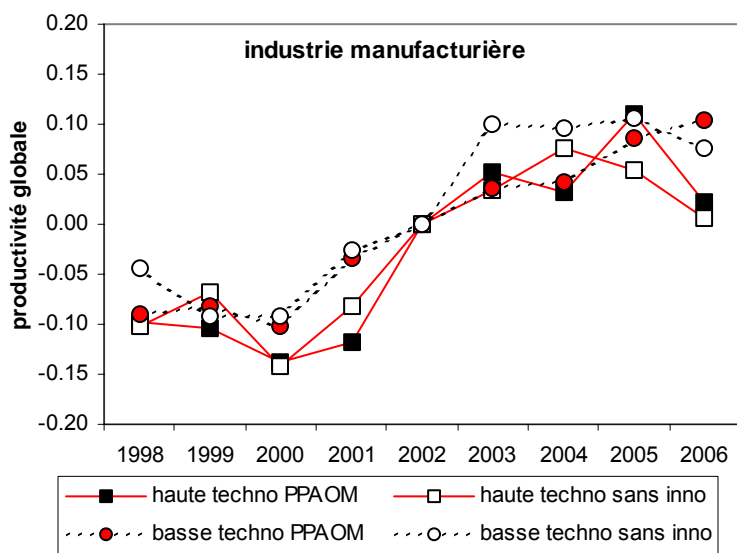
Compte tenu de l'hypothèse des rendements constants, la productivité globale est ainsi une moyenne de la productivité du travail et de la productivité du capital pondérées respectivement par α et $1 - \alpha$.

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 indument 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, dont les données sont 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 Econométrie : 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 incorporelle soit plus sensible aux combinaisons d'innovations que les autres évolutions.

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 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 productivité⁷.

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 procédés 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.

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. A 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 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

⁷ 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.

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'économétrie⁸. 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.

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.

⁸ 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.

Tableau 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'évolutions de 2002 à 2006 de(s) :					
	la part de marché	la valeur ajoutée	l'effectif salarié	immo corporelles	immo incorporelles	la productiv 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***
évo 1998-2001 masse salariale	0.046	0.090***	0.026			0.070***
évol 1998-2001 immo corporelles				0.030*	0.067**	
évol 1998-2001 immo incorporelles	0.013*		-0.045***			
évol 1998-2001 valeur ajoutée	0.055**	0.035**		0.076***	-0.034	
évo 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 : rien (absence d'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 transparaît 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).

Tableau 5 (suite)

industrie de basse technologie	variables expliquées, taux annuels d'évolutions de 2002 à 2006 de(s) :					
	la part de marché	la valeur ajoutée	l'effectif salarié	immo corporelles	immo incorporelles	la productiv 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
évo 1998-2001 masse salariale	0.111***	0.088***	0.073***	0.056**	0.088**	
évol 1998-2001 immo corporelles			-0.017*			
évol 1998-2001 immo incorporelles				-0.009	-0.023*	
évol 1998-2001 valeur ajoutée	-0.068**			0.086***		
évo 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'évolutions de 2002 à 2006 de(s) :					
	la part de marché	la valeur ajoutée	l'effectif salarié	immo corporelles	immo incorporelles	la productiv 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***	
évo 1998-2001 masse salariale						0.071**
évol 1998-2001 immo corporelles	0.086***		0.058***	0.077***	0.159***	
évol 1998-2001 immo incorporelles	-0.037***		-0.020*	-0.051***	-0.074**	
évol 1998-2001 valeur ajoutée				0.105**		-0.108***
évo 1998-2001 part de marché	0.072**	0.103***	0.082***	0.077		
secteurs (Nes114)	effets significat	sans effet	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'évolutions de 2002 à 2006 de(s) :					
	la part de marché	la valeur ajoutée	l'effectif salarié	immo corporelles	immo incorporelles	la productiv globale
nombre d'observations	837	837	837	837	837	788
R ²	0.048	0.026	0.040	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***					
évo 1998-2001 masse salariale			-0.103**			
évol 1998-2001 immo corporelles		0.026		0.052**		0.020
évol 1998-2001 immo incorporelles				-0.023*	-0.054**	
évol 1998-2001 valeur ajoutée	0.065***		0.124***		0.214***	-0.068***
évo 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

Tableau 5 (suite)

services d'accueil ou d'appui	variables expliquées, taux annuels d'évolutions de 2002 à 2006 de(s) :					
	la part de marché	la valeur ajoutée	l'effectif salarié	immo corporelles	immo incorporelles	la productiv 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*	-0.00**6	0.010**			
log de la part de marché en 2001	-0.028***				0.018*	
évo 1998-2001 masse salariale	0.032*	0.066**		0.066*		
évol 1998-2001 immo corporelles		0.042**	0.034**			
évol 1998-2001 immo incorporelles				0.015*		
évol 1998-2001 valeur ajoutée		-0.057*		0.090**		-0.114***
évo 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 Econométrie avec tentative de correction 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 innovent 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.

$$\Delta \log y_i = a_1 + b_1 \mathbf{1}_{ppaom\ i} + x_{1i} c_1 + u_{1i} \quad (1)$$

$$\mathbf{1}_{ppaom\ i} = a_2 + b_2 \Delta \log y_i + x_{2i} c_2 + u_{2i} \quad (2)$$

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).

$$\mathbf{1}_{ppaom\ i} (1 - b_1 b_2) = a_2 + b_2 a_1 + b_2 x_{1i} c_1 + x_{2i} c_2 + b_2 u_{1i} + u_{2i} \quad (3)$$

$$\mathbf{1}_{ppaom\ i} = a'_2 + x_{1i} c'_1 + x_{2i} c'_2 + v_{ppaom\ i} \quad (4)$$

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.

A la seconde étape on remplace les indicatrices des combinaisons d'innovations de l'équation (1) par leur valeur estimée par l'équation (4), soit $\hat{\mathbf{1}}_{ppaom\ i} = \hat{a}'_2 + x_{1i} \hat{c}'_1 + x_{2i} \hat{c}'_2$ si on estime l'effet de l'innovation PPAOM.

L'équation (1) estimée par les doubles moindres carrés est ainsi :

$$\Delta \log y_i = a_1 + b_1 \hat{\mathbf{1}}_{ppaom\ i} + x_{1i} c_1 + v_{1i}$$

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 et 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*, n° 165, 2007.

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*, n° 1130, 2007.

Crépon B., Leclair M., Roux S., RTT, productivité et emploi : nouvelles estimations sur données d'entreprises, *Economie et statistique*, n° 376-377, 2004.

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*, vol 73, n° 4, 2005

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'Economique*, vol 18, n°1, 1985.

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*, n° 49/50, 1998.

Kremp E., Rousseau S., Un quart des entreprises innovent, *Le 4 pages du Sessi*, n° 222, 2006.

Planès B., Bardos M., Avouyi-Dovi S., Sevestre P., Financement des entreprises industrielles innovantes : contraintes financières et risques, *Bulletin de la banque de France*, n° 98, 2002.

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*, n 169, juin 2007.

Staiger D., Stock J. H., Instrumental variables regression with weak instruments, *Econometrica*, vol. 65 n°3, 1997.

Zivot E., Startz R., Nelson C., Valid confidence intervals and inference in the presence of weak instruments, *International Economic Review*, vol 39, n° 4, 1998

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	organisat seule	sans innovation
ensemble	7900	906	1032	772	738	835	750	2867
industrie manufacturière, dont :	4744	553	809	542	498	367	444	1531
haute technologie	1799	283	393	298	154	103	148	420
basse technologie	2945	270	416	244	344	264	296	1111
services, dont :	3156	353	223	230	240	468	306	1336
technologiques	481	117	78	66	29	44	48	99
intellectuels	841	105	86	76	62	110	97	305
d'accueil ou d'appui	1834	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.