
DOSSIER :
INNOVATION ET
NIVEAU TECHNOLOGIQUE
DES ENTREPRISES FRANÇAISES

INNOVATION ET NIVEAU TECHNOLOGIQUE DES ENTREPRISES INDUSTRIELLES FRANÇAISES

Au sein d'une économie mondialisée caractérisée par la montée en puissance des pays émergents, la capacité à innover est devenue le principal avantage compétitif des pays développés¹. Moteur essentiel du renouvellement du système productif, une forte capacité d'innovation constitue un indice de la santé d'une économie et de sa capacité à résister à la concurrence. Elle permet au prix d'efforts sans cesse renouvelés d'obtenir des gains de productivité élevés et une croissance durable. Ces arguments avaient motivé les objectifs du sommet européen de Barcelone de 2002² visant à la construction d'une économie européenne fondée sur le savoir et créatrice d'emplois.

Un tel régime de croissance par innovation s'oppose au régime de croissance par imitation, dans lequel l'économie croît par adoption progressive de changements technologiques ou organisationnels initiés par d'autres pays. Le choix de l'un ou l'autre des deux régimes de croissance découle de la distance à la frontière technologique, car l'incitation à innover ou à imiter ne sont pas les mêmes selon le niveau technologique déjà atteint. Pour reprendre les termes d'Aghion et Cohen (2004) « l'intuition suggère que, pour un pays qui est loin derrière la frontière technologique, les gains de productivité passent plutôt par l'imitation des technologies existantes, alors que pour un pays proche de la frontière technologique, c'est l'innovation qui tend à devenir le principal moteur de la croissance ».

L'économie française était dans l'après-guerre une économie « de rattrapage », dont les gains de productivité étaient fondés sur l'imitation des technologies issues des pays « leaders » (les États-Unis). Elle aurait aujourd'hui rejoint cette

1. La vigueur de l'économie des États-Unis sur la période récente est souvent expliquée par la capacité des entreprises nord-américaines à innover dans des secteurs clés et à s'approprier rapidement les percées technologiques, pour les convertir en marchés nouveaux dans le monde entier.

2. Suite au Conseil européen de Lisbonne de mars 2000, l'Union européenne s'était donnée comme objectif de devenir la région économique la plus compétitive, la plus dynamique et la plus prospère du monde et ce jusqu'en 2010. Le Conseil européen de Barcelone, deux ans après Lisbonne, était appelé à faire un premier bilan des efforts dans les États membres afin d'atteindre cet objectif. Ainsi, les priorités de Barcelone concernaient cinq domaines concrets : l'interconnexion et l'ouverture des réseaux européens de transport ; la libération et l'interconnexion des marchés de l'électricité et du gaz ; le développement d'un marché de l'emploi plus flexible et capable de créer plus d'emplois ; la mise en oeuvre d'amélioration en matière d'éducation et dans le domaine de la formation des étudiants et des travailleurs européens, visant également à promouvoir la mobilité de ces personnes.

« frontière technologique³ » mondiale. Ayant épuisé le précédent gisement de gains de productivité, il lui faut maintenant innover pour continuer à croître. Or on s'interroge fréquemment sur les atouts dont elle dispose pour s'installer durablement dans ce régime de croissance.

Le but de ce dossier est de rassembler quelques éléments de constat sur ce positionnement des entreprises françaises en matière d'innovation.

Le constat sera d'abord macroéconomique et comparatif. Dans une première partie, le niveau technologique général de l'économie française est évalué par rapport aux autres économies de l'OCDE. Le bilan est mitigé. Si la France se situe actuellement dans la moyenne des pays de l'OCDE en termes d'effort de recherche et de développement et de dépôt de brevets, elle affiche un certain retard par rapport aux économies les plus performantes, notamment les États-Unis. De plus, ces deux indicateurs connaissent un fléchissement sur la période récente.

Une seconde partie fournit un éclairage plus microéconomique sur les entreprises françaises innovantes grâce à des données d'enquête permettant de les identifier et d'analyser leurs caractéristiques. L'analyse confirme l'idée d'une corrélation entre comportement d'innovation et proximité à la frontière technologique. On constate également que les entreprises innovantes sont des entreprises plus ouvertes sur l'extérieur et qui affichent des performances économiques supérieures.

Pour finir, une analyse de comptabilité de la croissance confirme le rôle moteur de ces entreprises innovantes dans la croissance de la productivité économique : leur contribution est à la fois importante et plus stable que la croissance par imitation. Dans ce contexte, la faiblesse de la croissance globale pourrait tenir au fait que ce moteur, malgré sa régularité, tourne à un rythme encore trop lent. L'économie française semble bien s'être rapprochée de la « frontière technologique » mondiale, mais cet acquis resterait fragile.

Les indicateurs de performance technologique disponibles

Quelle est le niveau d'avancement technologique de l'économie française par rapport aux autres économies développées ? Répondre à cette question complexe nécessiterait une analyse très détaillée des technologies utilisées par les entreprises des différents secteurs de l'économie, ainsi qu'une expertise permettant de juger si ces technologies sont les plus « avancées » ou les plus efficaces. En première approche, quelques éléments de réponse peuvent être apportés sur la base d'indicateurs agrégés.

3. La frontière technologique se définit en théorie comme l'ensemble des technologies les plus efficaces et les plus récentes, implémentées dans les « pays leaders ». Faute de données internationales détaillées, le champ se restreint dans ce dossier aux seules entreprises industrielles, françaises ou étrangères, localisées sur le territoire français.

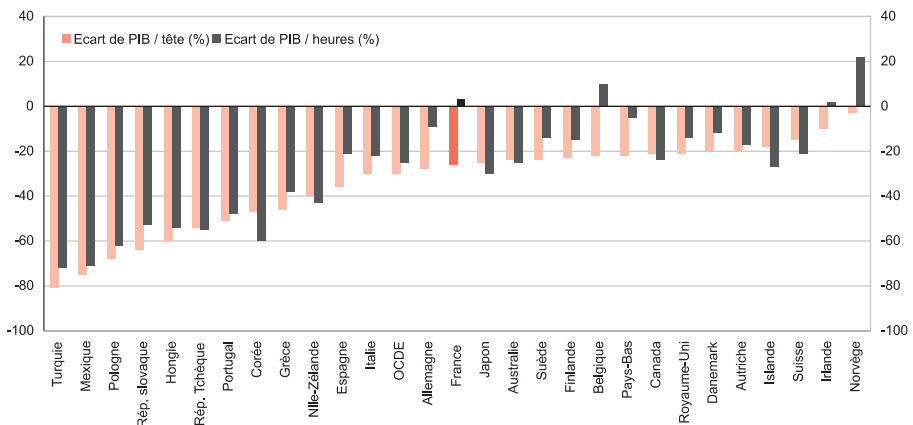
Quel est le niveau de productivité relative de l'économie française ?

La productivité du travail moyenne d'une économie mesure la quantité globale de richesse créée en termes de Produit Intérieur Brut (PIB) par unité de travail utilisée. Elle constitue à ce titre un premier indicateur agrégé du niveau technologique d'une économie : à volume de travail donné, les économies les plus performantes sont capables de produire davantage que les autres.

Les différentiels de productivité apparente du travail entre les différents pays de l'OCDE et les États-Unis (dont on suppose implicitement qu'ils représentent l'économie technologiquement la plus avancée) permettent de situer le niveau de productivité relative de chaque économie. Pour ce faire, deux indicateurs de productivité sont traditionnellement utilisés : le niveau global de richesse créé en termes de PIB par habitant et le niveau global de richesse créé par heure travaillée.

Les résultats obtenus divergent sensiblement selon le type d'indicateur retenu (*graphique 1*). Pour la France, en 2003 l'écart avec les États-Unis en termes de PIB/habitant est important et négatif, de l'ordre de 26 %, ce qui la repousse vers le milieu du classement des économies de l'OCDE. Elle devance l'Allemagne, plus nettement l'Italie et l'Espagne, mais arrive derrière le Japon, le Royaume-Uni et un ensemble de petits pays européens, la Norvège en tête. Au contraire, en termes de productivité horaire

Graphique 1
Écart de productivité par rapport aux États-Unis, 2003



Source : OECD Estimates, Septembre 2005.

Note : Les données concernent l'ensemble de l'économie et sont corrigées de la Parité des Pouvoirs d'Achat.

(PIB/heure travaillée), l'économie française semble avoir une très légère avance (3 %) sur les États-Unis. C'est également le cas d'un certain nombre d'autres économies européennes, telles que la Belgique, l'Irlande ou la Norvège.

Les pays, comme la France, qui affichent de bonnes performances en matière de productivité horaire se caractérisent simultanément par des durées du travail ou des taux d'emploi inférieurs à ceux des États-Unis : les valeurs des ratios d'heures travaillées par tête sont inférieures dans tous ces pays au même indicateur construit pour les États-Unis (respectivement de 29 % pour la France, 32 % pour la Belgique, 12 % pour l'Irlande et

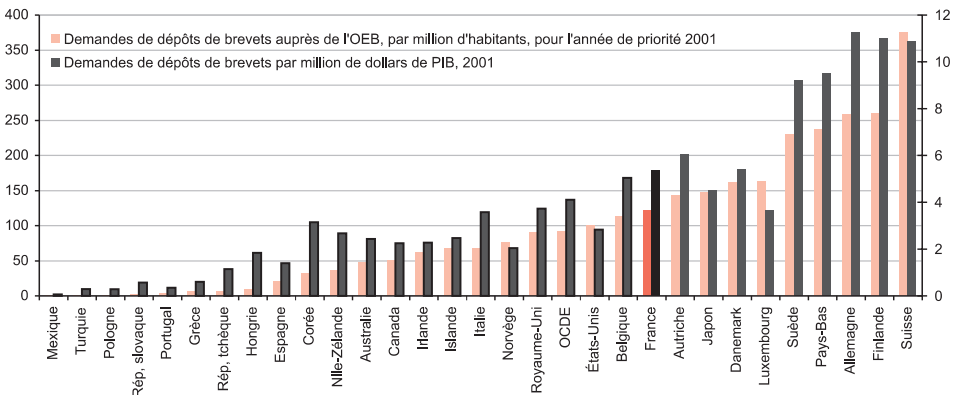
25 % pour la Norvège). Sur la base de travaux économétriques récents, Bourlès et Cette (2005), montrent que les rendements de la durée du travail et du taux d'emploi sont fortement décroissants, de sorte que ces écarts de durée du travail ou de taux d'emploi vis-à-vis des États-Unis élèveraient « artificiellement » les niveaux relatifs apparents de productivité horaire dans les pays concernés. Ils relèvent que les États-Unis sont le pays dans lequel le niveau de productivité horaire corrigé de ces effets (les auteurs parlent de productivité horaire « structurelle ») est le plus élevé. Les États-Unis définiraient donc bien la « frontière technologique » des pays industrialisés, et leur avance en termes de diffusion et de production des technologies de l'information et de la communication (TIC) est un argument fréquemment mentionné pour expliquer, en partie, leur performance.

Une capacité à breveter insuffisante

Les brevets sont des titres émis par les gouvernements pour des produits ou des procédés nouveaux susceptibles d'applications industrielles. Ils confèrent à l'inventeur (ou à son cessionnaire) le droit exclusif de propriété et d'exploitation d'une invention durant un certain temps aux conditions fixées par la loi⁴. L'obtention d'un brevet requiert en particulier que son objet soit d'un niveau inventif suffisant, c'est-à-dire qu'il n'existe pas de précédents (avant la date de dépôt de la demande) et que l'invention ne découle pas directement de l'état de la technique. Le nombre de dépôts de brevets ne mesure certes pas l'ensemble de la capacité d'innovation des entreprises, dans la mesure où elles ne brevettent pas toutes leurs techniques ou produits nouveaux, préférant parfois garder secrète-

Graphique 2

Dépôts de brevets auprès de l'Office Européen du Brevet, année de priorité 2001



Sources : Principaux indicateurs de la Science et de la Technologie, OCDE, Paris, mai 2005 et OCDE, base de données de brevets, mars 2005.

4. Le brevet est un titre juridique délivré par une autorité publique. Il assure à l'auteur d'une invention une protection nationale et éventuellement internationale pendant un certain temps (20 ans au maximum) contre la divulgation. En France, les découvertes scientifiques et techniques, les méthodes mathématiques, les créations esthétiques, les programmes d'ordinateur ne sont pas brevetables. Le brevet s'obtient soit par voie nationale (Offices nationaux : INPI, JAPIO, USPTO ...), soit par voie internationale (OEB : 30 membres européens ; OMPI et PCT, « Patent Cooperation Treaty », regroupant 120 pays et dépendant de l'ONU).

tes leurs innovations afin de se protéger contre l'imitation par leurs concurrents. Mais il reste un indicateur utile du niveau de développement technologique.

Un premier indicateur est le nombre de dépôts de brevets auprès de l'Office Européen du Brevet (OEB). Dans ce domaine, l'économie française se situe en retrait pas rapport à certains pays d'Europe, notamment l'Allemagne : le nombre de dépôts de brevets rapporté au nombre d'habitants ou au PIB est deux fois plus important en Allemagne qu'en France.

Se limiter aux dépôts de brevets auprès de l'OEB donne néanmoins une image très imparfaite de la situation de la France ou des économies européennes vis-à-vis des États-Unis. Les entreprises tendent en effet à d'abord se protéger auprès de leur office de dépôt national (« home bias ») - de sorte que toutes les entreprises américaines ayant déposé un brevet (le plus souvent, auprès de l'US Patent & Trademark Office, USPTO) n'ont pas nécessairement cherché à se protéger en Europe, alors que les entreprises européennes ont au contraire le plus souvent fait une demande auprès de l'OEB. L'OCDE propose un indicateur alternatif, appelé le « nombre de familles triadiques », qui correspond à des brevets déposés simultanément auprès des principaux offices de brevets : Office européen des brevets (OEB), Office de brevets japonais (JPO) et USPTO. Ces brevets sont donc le plus souvent des brevets de grande valeur ; l'OCDE en dénombre

Tableau 1
Dépôts de brevets dans quelques pays de l'OCDE
Ensemble de l'économie

	Familles de brevets triadiques (2002, part du total mondial) en %	Demandes auprès de l'Office européen des brevets, pour l'année de priorité 2001					
		Total		TIC		Biotechnologies	
		Nombre	Part du total mondiale %	Nombre	Part des dépôts nationaux	Nombre	Part des dépôts nationaux
Allemagne	14,1	23 310	19,1	5 731	23	749	3
Canada	1,3	1 586	1,5	582	37	163	10
Espagne	0,2	851	0,8	169	20	37	4
États-Unis	35,6	28 515	27,3	10 856	38	2 419	8
France	4,8	7 175	6,5	2 269	32	307	4
Italie	1,6	3 906	3,7	628	16	59	2
Japon	25,6	18 844	17,4	8 191	43	716	4
Royaume-Uni	4,0	5 342	4,8	1 968	37	341	6

Sources : Principaux indicateurs de la Science et de la Technologie, OCDE, Paris, mai 2005 et OCDE, base de données de brevets, mars 2005.

Note : La date de priorité correspond à la date du premier dépôt international du brevet. Les « familles de brevets triadiques » correspondent à des brevets déposés auprès de l'Office européen des brevets (OEB), de l'Office de brevets japonais (JPO) et délivrés par l'US Patent & Trademark Office (USPTO), estimations pour l'année de priorité 2001.

Lecture : En 2002, la part de la France dans le total des familles triadiques de brevets était de 4,8 %. Les inventeurs français ont déposé 7 175 brevets de date de priorité 2001 auprès de l'OEB, soit 6,5 % du total des dépôts auprès de l'OEB. Parmi ces 7 175 dépôts, 32 % concernaient des inventions liées aux Technologies de l'Information et de la Communication, et 4 % des inventions liées aux biotechnologies.

51 500 en 2002. La France représente une part des familles de brevets triadiques environ 7 fois moins importante que les États-Unis, et 3 fois moins importante que l'Allemagne.

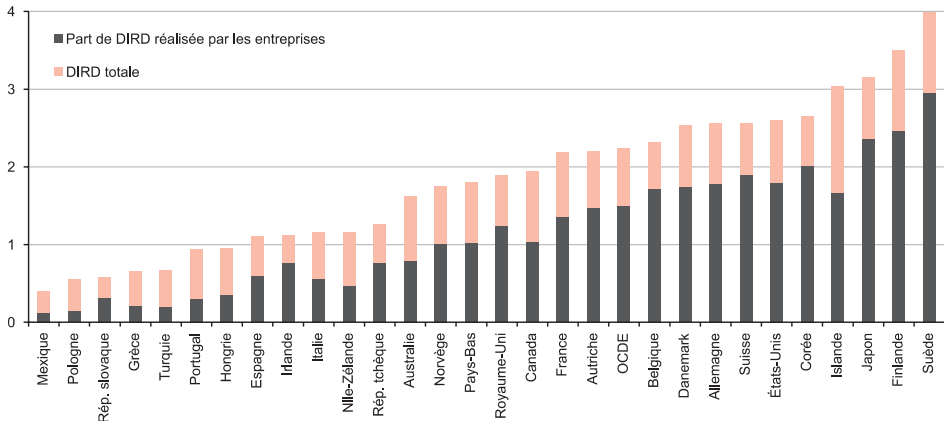
S'agissant des dépôts de brevets auprès de l'Office Européen du Brevet, les Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) et les Biotechnologies sont les deux domaines les plus dynamiques. Contrairement au Canada et aux États-Unis, et dans une moindre mesure au Japon et au Royaume-Uni, la France est peu spécialisée dans ces domaines à haut potentiel : 32 % des dépôts de brevets de la France se font dans les TIC, à comparer avec 38 % aux États-Unis, 43 % au Japon. 4 % des dépôts français de brevets concernent les biotechnologies, contre 8 % aux États-Unis et 10 % au Canada.

Des efforts de R&D comparables à la moyenne des pays de l'OCDE

Il est également possible d'avoir une information sur le niveau technologique global d'une économie de manière indirecte, en évaluant les moyens mis en œuvre pour améliorer les technologies existantes. Le niveau des dépenses de Recherche et Développement est un indicateur particulièrement important. C'est au travers de leur effort de R&D que les entreprises sont capables à la fois d'innover et donc d'améliorer leur technologies de production, mais également de comprendre, copier ou s'inspirer des technologies les plus avancées introduites par d'autres entreprises ou par des laboratoires d'université. Griffith et al. (2004) parlent dans ce cas de « capacité d'absorption », et montrent qu'effectivement, l'effort de R&D représente un facteur important du processus de « rattrapage ».

La France est le cinquième pays en terme de niveau de dépenses de R&D (5 % du total de l'OCDE en 2003, avec 35 milliards d'euros). Cependant, rapporté à la taille de l'économie, l'effort global de R&D (exprimé en pourcentage du PIB) situe la France dans une position intermédiaire. Les économies qui investissent le plus dans le savoir sont les pays nordiques (notamment la Suède avec un ratio de 4 %), le Japon et la Corée, ainsi

Graphique 3
Dépenses intérieures brutes de R&D (DIRD), en % du PIB, 2003



Source: OCDE, base de données MSTI, Mai 2005.

Note : Les dépenses internes de R&D sont les dépenses correspondant aux activités de R&D réalisées « en interne » (sur le territoire), par des entreprises françaises ou par des filiales étrangères.

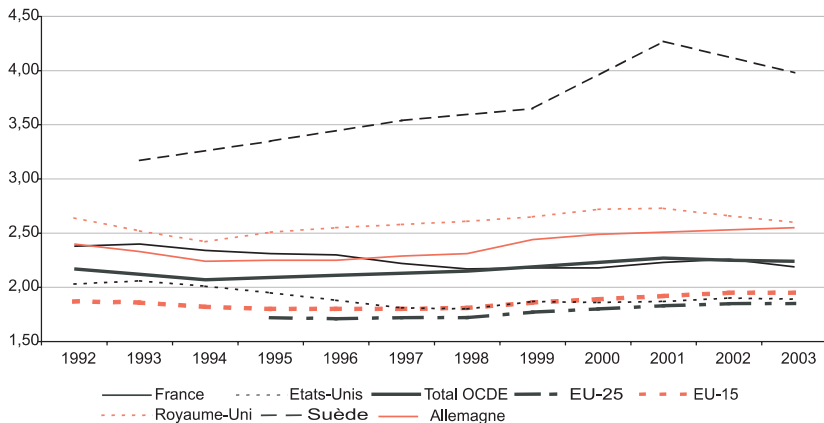
que les États-Unis (2,6 %). La plupart des pays européens restent assez éloignés de « l'objectif de Barcelone » fixé à 3 % du PIB pour 2010.

Par ailleurs, en France, une part importante (37 %) des activités de R&D ne sont pas effectuées par les entreprises, mais par d'autres acteurs tels que les universités et autres laboratoires, soit 7 points de plus qu'en Allemagne, 6 points de plus qu'aux États-Unis, et 12 points de plus qu'au Japon. Ces éléments laissent penser que les entreprises françaises ne se donnent pas les moyens d'avoir à long terme le même niveau technologique que leurs homologues américaines.

En termes d'intensité de l'effort de R&D (indicateur de dépenses de R&D rapportées au PIB), dans le plupart des pays de l'OCDE, la croissance a connu un coup d'arrêt avec le retournement de 2001 et l'éclatement de la bulle Internet. En France, l'intensité de l'effort de R&D est supérieur à l'effort moyen en Europe sur l'ensemble de la période mais il stagne et à même tendance à diminuer en France depuis le début des années 1990 (à l'exception des années 2001 et 2002).

Graphique 4

Dépenses intérieures de Recherche et Développement, en % du PIB



Source: OCDE, base de données MSTI, Mai 2005.

Note: Les dépenses internes de R&D sont les dépenses correspondant aux activités de R&D réalisées « en interne » (sur le territoire).

Les transferts de technologies : un constat nuancé pour la France

Un dernier moyen d'évaluer le niveau de développement technologique de l'économie française consiste à analyser sa « balance des paiements technologiques ». Celle-ci retrace les transactions commerciales liées aux transferts internationaux de technologies : redevances (reçues ou payées) de brevets, licences ou marques ; montants reçus ou versés pour le transfert de savoir-faire et autres services liés aux transferts technologiques (par exemple, assistance technique) ; dépenses de R&D effectuées à l'étranger, etc.

La France est exportatrice nette de technologies, c'est-à-dire qu'elle dégage un solde extérieur technologique positif. Les recettes technologiques, c'est-à-dire les technologies exportées, atteignent 5,2 milliards de dollars, soit 14 % de la R&D (17 % pour les États-Unis). Symétriquement, les paiements technologiques, c'est-à-dire les « technolo-

Tableau 2
Quelques indicateurs de transferts de technologies
Ensemble de l'économie, 2003

	Balance des paiements technologiques, 2003 (milliards USD)			Échanges : taux de couverture, 2003 (exports en % des imports)		Parts de marché à l'export 2003 (en % du total OCDE)	
	Recettes	Paiements	Solde	Industries de haute technologie	Industries de moy.-haute technologie	Total industries manuf.	Industries manuf. de haute tech- nologie
Allemagne	22,0	23,1	-1,1	107	201	16,8	13,1
Canada	2,0	1,1	1,0	61	87	5,0	2,5
Espagne	0,2	1,0	-0,8	50	83	3,4	1,5
États-Unis	48,2	20,0	28,2	81	64	15,7	23,0
France	5,2	3,2	2,0	109	117	8,2	7,5
Italie	3,1	3,8	-0,7	70	115	6,8	3,0
Japon	13,0	4,9	8,2	150	384	10,9	12,8
Royaume-Uni	22,5	9,6	12,9	93	85	7,0	9,9

Source : Principaux indicateurs de la Science et de la Technologie, OCDE, Paris, mai 2005 et OCDE, Base de données des Indicateurs de STAN, mai 2005.

OCDE, L'OCDE en chiffres - édition 2005 (les chiffres en italique sont provisoires).

Note : La balance des paiements technologiques est exprimée à l'aide des taux de change officiels. Les données du Canada concernent l'année 2001 et celles de l'Espagne, l'année 1998. La « balance des paiements technologiques » est définie dans le corps du texte.

gies importées » représentent 3,2 milliards de dollars en 2003, soit 9 % de son effort global de R&D domestique (7 % dans le cas des États-Unis).

Ce positionnement technologique satisfaisant est confirmé par les taux de couverture supérieurs à 100 dans les secteurs de « haute » et « moyenne haute » technologies (nomenclature OCDE, encadré 3). Par contre, comme pour la plupart des pays européens à l'exception du Royaume-Uni, la part de marché à l'exportation des industries françaises de haute technologie est inférieure à la part de marché globale de l'ensemble des industries manufacturières, signe d'une faiblesse relative de ces secteurs. Par ailleurs, la part de marché française dans les hautes technologies est inférieure de plus de 5 points à la part de marché allemande et de 2,5 points à la part de marché britannique.

Un dernier type de transferts de technologie transite directement par les efforts de R&D entrepris par les filiales d'entreprises étrangères implantées en France. Idéalement, la présence de filiales étrangères exécutant des activités de recherche permet au pays d'accueil de bénéficier des capacités technologiques de ces entreprises. Cependant, les analyses disponibles (OCDE, 2004) indiquent que les activités de R&D menées à l'étranger consistent essentiellement en des travaux de conception et de développement destinés à aider la société-mère à établir sa présence sur le marché d'accueil. Les activités de R&D sont moins internationalisées que les activités productives mais les multinationales sont de plus en plus nombreuses à établir des laboratoires de R&D à l'étranger. Il reste que la part des filiales étrangères dans la R&D industrielle varie considérablement selon les pays, de 5 % au Japon à plus de 70 % en Irlande. En 2001, elle est de 20 % en France et aux États-Unis. Ces écarts reflètent cependant essentiellement les écarts de contribution

des filiales étrangères à l'activité industrielle générale, et sont par construction fortement dépendants de la taille du pays d'accueil, les petits pays recevant proportionnellement davantage de R&D étrangère.

Au final, le constat reste celui d'un positionnement moyen de la France en matière d'innovation et de R&D, qui conduit à s'interroger sur sa capacité à se maintenir à proximité de la frontière technologique. Cette interrogation invite à s'intéresser plus en détail à la répartition des entreprises françaises entre entreprises innovantes et imitatrices. Qui sont ces entreprises innovantes ? Leur comportement découle-t-il bien de leur positionnement par rapport à la frontière technologique ? Des éclairages sur ces questions sont possibles à partir de données d'enquête, mais ceci suppose d'abord de mieux préciser le concept d'innovation.

Qu'est-ce qu'innover pour une entreprise ? Quelles sont celles qui innovent ?

Typologie des innovations

Cerner le concept d'innovation est malaisé. Si l'innovation est présente dans tous les secteurs de l'économie (services publics, santé, éducation), nous ne nous intéressons ici qu'à l'innovation des entreprises. Par ailleurs, une entreprise peut apporter des changements très divers à ses méthodes de travail, à l'utilisation qu'elle fait de ses facteurs de production et aux types de biens qu'elle produit, dans le but d'améliorer sa productivité ou ses résultats commerciaux (*encadré 1*). Il serait très difficile de chercher à collecter de l'information sur tous ces aspects très hétérogènes et de les analyser simultanément.

Le manuel d'Oslo, élaboré par l'OCDE (1997), propose un cadre conceptuel pour l'innovation et des définitions permettant d'appréhender statistiquement l'innovation technologique, en distinguant innovation de procédé et innovation de produit.

L'innovation technologique de procédé correspond à l'adoption de méthodes de production nouvelles ou sensiblement améliorées (au moins pour l'entreprise). Ces méthodes peuvent impliquer des modifications portant sur l'équipement ou l'organisation de la production. Elles permettent la production de produits nouveaux pour l'entreprise ou améliorés, impossibles à obtenir à l'aide des installations ou des méthodes classiques, ou d'augmenter le rendement dans la production des produits existants. Elles peuvent enfin conférer davantage de souplesse à la production, abaisser les coûts ou bien encore réduire les déchets, les atteintes à l'environnement, les coûts de conception des produits ou améliorer les conditions du travail. De manière générale, l'entreprise qui introduit une innovation de procédé vise à obtenir des avantages de coût afin d'accroître ses parts de marché ou ses profits pour les produits concernés.

Un produit technologiquement nouveau est un produit dont les caractéristiques ou les utilisations prévues présentent des différences significatives par rapport à ceux produits antérieurement. De telles innovations peuvent faire intervenir des technologies radicalement nouvelles, ou reposer sur l'association de technologies existantes dans de nouvelles applications. Un produit technologiquement amélioré est un produit existant dont les performances sont sensiblement augmentées ou améliorées. L'innovation de produit vise à créer de nouveaux marchés, sur lesquels l'entreprise innovante sera temporairement en situation de monopole.

Cependant, la distinction entre innovation de procédé et innovation de produit n'est pas toujours facile à opérer⁵ : il est par exemple fréquent qu'un produit nouveau requière, pour être fabriqué, des méthodes de production également innovantes. De plus, dans les services, la distinction entre produit et procédé n'est pas toujours possible. De manière générale, la réflexion conceptuelle est moins avancée pour l'innovation dans le secteur des services et le manuel d'Oslo est encore fortement marqué par une vision « industrielle » de l'innovation. Il n'aborde en particulier ni l'innovation dans l'organisation ni les formes d'innovation non technologiques⁵ : innovations à caractère esthétique (design d'un objet), ou innovations de « packaging ». Cependant, ce cadre de mesure unifié guide la collecte d'information dans de nombreux pays et il permet donc d'effectuer des comparaisons internationales (*encadré 2*).

Les économistes spécialistes de l'organisation industrielle s'intéressent davantage aux conséquences de l'innovation en termes de pouvoir de marché qu'à sa « nature » technologique, et opèrent la distinction (théorique) entre innovation majeure, « drastique », et innovation mineure : la première est suffisante pour permettre à l'entreprise concernée d'évincer complètement ses concurrents et de s'affranchir de toute pression concurrentielle pour le choix de ses tarifs (l'entreprise fixe alors un prix de monopole). La seconde ne lui permet pas d'y échapper entièrement, et elle doit alors vendre ses produits à un prix inférieur à celui qu'elle aurait fixé si elle avait été seule sur son marché.

Enfin, d'autres analyses mettent en avant le type d'information que l'entreprise mobilise pour innover, c'est-à-dire pour modifier son comportement, et le degré de « risque » qu'elles prennent ; c'est cette dernière dimension qui est analysée plus en détail dans les études empiriques qui suivent. Les entreprises qui se contentent d'appliquer les connaissances et techniques mises en œuvre par d'autres entreprises sont qualifiées d'imitatrices. Au contraire, les entreprises véritablement innovatrices sont celles qui cherchent à produire des connaissances nouvelles, et qui, en cas de succès (découverte), s'appuient sur ces connaissances pour innover. C'est ici qu'intervient le concept de « frontière technologique » : ce sont en effet ces dernières entreprises qui contribuent à augmenter le stock de connaissances disponibles, ou en d'autres termes à déplacer la « frontière technologique » (entre ce qui est connu et ce qui reste à découvrir) de l'économie. Ces entreprises « innovantes » supportent un risque beaucoup plus important que les entreprises « imitatrices », dans la mesure où il est possible que leur effort de recherche n'aboutisse à aucune découverte, ou alors après une durée incertaine.

La mesure de l'innovation et du niveau technologique des entreprises

Les principaux indicateurs (effort de R&D, dépôts de brevets) précédemment commentés à un niveau agrégé n'apportent qu'une information indirecte sur le comportement d'innovation des entreprises :

5. Les innovations à caractère esthétique (design d'un objet), ou les innovations de « packaging » ne sont pas prises en compte. « L'innovation technologique de produit, telle est définie dans le manuel d'Oslo, exclut les changements apportés à des produits qui donnent à l'acheteur un sentiment subjectif de plus grande satisfaction en raison de ses propres goûts et jugements esthétiques, ou qui répondent au souci de suivre la mode, ou encore qui sont pour beaucoup le fruit de campagnes marketing » (OCDE, 1997).

Encadré 1

Les raisons qui poussent les entreprises à innover

Pourquoi innover ? Des perspectives de profit accrues...

L'origine des efforts d'innovation d'une entreprise provient souvent de la volonté d'échapper à la concurrence des autres entreprises du secteur, qui l'oblige à diminuer ses prix et réduit son profit⁶. Pour cela, deux solutions s'offrent à elle, plus ou moins intéressantes selon son pouvoir de marché initial⁷ :

- elle se différencie de ses concurrents en proposant aux consommateurs un produit différent de ceux qui existent déjà, ou plus performant. Elle est alors en situation de monopole sur ce nouveau « marché », ce qui lui permet de vendre à un prix plus élevé que les produits « génériques » et de bénéficier d'un marché vaste pour sa commercialisation.
- soit elle cherche à être plus compétitive que ses concurrents en termes de coûts de production, afin de dégager une marge plus importante et davantage de profit

... mais des coûts importants

Cependant, en regard de ces perspectives de profit, les coûts de recherche nécessaires à la découverte d'une innovation sont souvent très importants⁸. En outre, la décision d'innover est un processus risqué, puisqu'en général l'innovateur n'est pas assuré à l'avance que son effort d'invention soit récompensé sur le plan commercial, ni même qu'il aboutisse sur le plan technologique. Enfin, si elle ne se protège pas par un brevet, l'entreprise risque de se voir copiée par ses concurrents, d'autant plus facilement que l'utilisation de la découverte est :

- « non exclusive », c'est-à-dire que l'entreprise n'a pas le droit d'empêcher ses concurrents de l'utiliser,
- « non rivale » : le savoir sur lequel se fonde l'innovation est coûteux à produire, mais, à l'inverse des biens traditionnels, une fois produit, il n'a pas besoin d'être dupliqué pour être utilisé par plusieurs, et il peut être utilisé par tous sans perdre pour autant son utilité intrinsèque.

Enfin, l'entreprise décide d'essayer d'innover si les perspectives de profit sont supérieures à ses anticipations de coûts à innover. Les travaux empiriques estiment généralement (voir par exemple Scherer, 1998) que la distribution des profits liés aux innovations est caractérisée par une très forte asymétrie. Fait corrélatif, les profits réalisés grâce à un petit nombre d'entre elles, celles ayant le plus grand succès commercial, constituent une part notable de l'ensemble des profits générés par l'ensemble des innovations.

Le profit généré par une innovation finit par s'éroder à mesure que les concurrents de l'entreprise l'imitent, car même si elle a déposé un brevet, sa protection n'a qu'une durée limitée. Il lui faut alors renouveler son effort d'innovation pour espérer conserver son avantage compétitif. Ce processus dynamique est au fondement de certains modèles macro-économiques de croissance, dits de « la croissance endogène », qui expliquent la croissance économique par la dynamique de l'innovation et du progrès technologique (voir Aghion et Howitt, 1998).

Imiter ou innover ?

Toutes les entreprises n'ont pas le même niveau technologique, c'est-à-dire qu'elles utilisent des technologies de production de génération différentes, plus ou moins obsolètes. Deux possibilités s'offrent à une entreprise : soit imiter les technologies ou produits existants (dans la mesure où elle n'est pas interdite par des brevets, l'imitation est peu risquée), soit essayer d'innover et tenter de découvrir par elle-même un produit ou un processus nouveau.

Certaines analyses avancent l'hypothèse selon laquelle une entreprise peu avancée technologiquement préférera imiter, au moins dans un premier temps. D'une part, elle pourra ainsi combler rapidement son retard. D'autre part, ses chances de succès, si elle tentait d'innover, seraient minces du fait de son manque de compétences. Au contraire, il sera plus intéressant pour une entreprise technologiquement avancée de s'engager dans de véritables activités d'innovation.

Ces hypothèses impliquent également, au niveau sectoriel, qu'à mesure que les entreprises dans leur ensemble rattrapent leur retard technologique, la distribution des productivités devient de plus en plus asymétrique et concentrée sur les états technologiques « avancés ». Dès lors, les mesures de politique publique qui visent à diminuer les obstacles (par exemple, de financement) à l'imitation ou à l'innovation contribueraient à augmenter le niveau technologique général. Les mesures qui diminueraient le

risque inhérent aux activités véritablement innovantes auraient le même effet, mais n'affecteraient que les entreprises pour lesquelles il est profitable d'innover : leur pertinence est moindre pour une économie « en rattrapage » que pour une économie technologiquement avancée. Enfin, plus le degré d'opportunité technologique (i.e. le potentiel de progrès technologique) d'un secteur est fort, plus la distribution des niveaux technologiques est concentrée sur les niveaux « avancés ».

Notes

6. Ce type d'analyse est souvent associé au nom de J. Schumpeter.

7. Voir sur ce point Arrow (1962), Gilbert et Newbery (1982), Reinganum (1989) et Boone (2000).

8. Mais une fois la connaissance produite, elle n'a pas besoin d'être reproduite, et la production des biens ou des services incorporant cette connaissance peut se faire à un coût marginal comparativement faible. Les rendements d'échelle sont donc croissants : une fois la connaissance produite (à un coût très élevé le plus souvent), sa mise en application est d'autant plus profitable qu'elle se fait à grande échelle.

- Le montant des dépenses de R&D et le personnel alloué à ces activités renseignent sur les ressources allouées par les entreprises et les États aux activités visant à innover « réellement », c'est-à-dire à accroître le stock de connaissance en matière de sciences et techniques. Mais elles ne disent rien sur les résultats de ces activités (ont-elles débouché sur une innovation ? de quel type ? de quelle importance ?). Elles ne permettent donc pas de connaître directement l'effet de l'innovation sur la croissance économique. De plus, un grand nombre d'innovations ne proviennent pas de la R&D, en particulier dans les secteurs de services, de sorte que le montant des dépenses de R&D n'informe pas sur les activités d'innovation n'ayant pas de contenu scientifique et technique explicite.
- Les décomptes de brevets, à l'inverse des montants investis en R&D, montrent que l'effort de recherche a effectivement abouti à une invention. Il est également possible de disposer d'une information très précise sur le type de technologie réalisée et protégée par le brevet, alors que cette information n'est pas disponible dans les statistiques de dépenses de recherche. Mais cet indicateur a également ses limites. La couverture n'est pas totale : un grand nombre d'inventions ne sont pas brevetées. De plus, de nombreux brevets protégeant des inventions n'étant pas mises en application ne deviendront jamais une innovation à proprement parler.

Les enquêtes « innovation » ont été conçues pour apporter l'information non fournie par les indicateurs de R&D et de brevet. Elles visent à détecter directement les entreprises qui ont introduit une innovation sur la période concernée. Les informations collectées grâce à ces enquêtes sont essentiellement qualitatives, et surtout déclaratives : en l'absence d'indicateurs « objectifs » et quantifiables d'innovation, ce sont les entreprises elles-mêmes qui estiment si leurs activités ont, ou non, abouti à des innovations.

Encadré 2

L'Enquête Innovation (« Community Innovation Survey - 3 »)

L'enquête CIS 3 s'inscrit dans le cadre des enquêtes communautaires sur l'innovation dont le questionnaire est partiellement harmonisé au niveau européen par EUROSTAT, selon les concepts définis dans le manuel d'Oslo de l'OCDE. Ces enquêtes communautaires sont menées conjointement par les membres de l'Union Européenne : en France, pour l'industrie, c'est le Service des Etudes et des Statistiques Industrielles (SESSI) qui est chargé de la mise au point du questionnaire français et de la collecte des données, en prenant soin de re-

cueillir des informations représentatives de l'ensemble des entreprises industrielles françaises.

Les données recueillies auprès des entreprises interrogées sont appariées avec des bases de données complémentaires : les fichiers « Bénéfice Réel Normal », du nom du régime d'imposition, issus de la Direction Générale des Impôts qui procurent notamment des informations comptables sur les entreprises. L'échantillon final comprend 2 972 entreprises dans lequel les entreprises de grande taille sont légèrement sur-représentées.

Dans les analyses qui suivent, la dernière version de ces enquêtes (CIS3, SESSI, *encadré 3*) portant sur la période 1998-2000 est utilisée pour construire des indicateurs d'imitation et d'innovation « réelle » effectives au sein d'un échantillon d'entreprises de l'industrie manufacturière :

- Une entreprise a imité sur la période lorsqu'elle déclare avoir innové en procédé ou introduit une innovation de produit « pour elle-même » uniquement (27 % de l'échantillon)⁹, mais pas pour son marché. Cela signifie que l'entreprise s'est lancée dans la production d'un bien qu'elle ne produisait pas antérieurement, mais que certains de ses concurrents produisaient déjà ou bien qu'elle a mis en place un procédé de production qu'elle n'utilisait pas antérieurement mais que certains de ses concurrents utilisaient déjà.
- Nous considérons qu'une entreprise a réellement innové sur la période lorsqu'elle déclare avoir introduit une innovation de produit à la fois « pour elle-même » et pour son marché (26 % de notre échantillon).

Les autres entreprises (47 % de l'échantillon) n'ont réussi ni à innover ni à imiter, ou n'ont pas essayé.

Le niveau technologique d'une entreprise est lié à son comportement d'innovation : l'objectif d'une entreprise qui s'engage dans des activités d'innovation est précisément d'atteindre un niveau technologique supérieur. De ce fait, une entreprise qui a innové « réellement » avec succès se trouve *ex post*, par définition, sur la « frontière technolo-

9. Dans ces enquêtes, les entreprises déclarent également si elles ont tenté d'innover, mais aussi si elles ont subi des échecs ou des retards - nous pouvons donc considérer que ces entreprises avaient décidé de s'engager dans des activités d'innovation réelle (par opposition à des activités d'imitation), mais que leurs efforts n'ont pas abouti. Leur nombre donne une indication sur le risque, important, associé à l'innovation : pour notre échantillon d'entreprises manufacturières interrogées dans CIS3, 44 % des entreprises qui s'étaient engagées dans des activités d'innovation n'ont pas réussi à innover du tout, et 38 % de plus ont connu des échecs pour certains de leurs projets (mais ont quand même abouti à une innovation véritable sur d'autres projets).

gique » et a donc le niveau technologique maximal possible. Par contre, en l'absence d'autres indicateurs, on ne peut rien dire du niveau technologique des entreprises qui n'ont pas innové au cours de la période antérieure.

L'indicateur le plus couramment utilisé afin de mesurer le niveau technologique d'une entreprise est le niveau de productivité, i.e. la quantité de biens qu'elle peut produire avec une combinaison donnée de facteurs de production¹⁰ :

- Travail uniquement si le niveau technologique de l'entreprise est approximé par son niveau de productivité du travail.
- Travail et capital (éventuellement en décomposant également selon la qualification des travailleurs ou le type de capital : technologies de l'information et de la communication, etc.) si le niveau technologique de l'entreprise est approximé par son niveau de « productivité globale des facteurs ». Cet indicateur est théoriquement meilleur que le précédent, mais empiriquement moins robuste en raison des problèmes posés par la mesure du stock de capital des entreprises. Les résultats présentés sont cependant robustes au choix de cette définition ; il reste que les entreprises qui sont « à la frontière technologique » sont en moyenne beaucoup plus capitalistiques que les autres.

Cet indicateur de productivité est comparé avec le niveau maximal atteint, dans le monde, par une entreprise du même secteur d'activité. Il est souvent très difficile de connaître ce niveau de « frontière technologique », car il nécessiterait de comparer les niveaux de productivités de toutes les entreprises quels que soient leur nationalité et leur lieu d'implantation. Dans les analyses présentées ci-dessous, nous l'approximons par le niveau maximal de productivité atteint par une entreprise française du même secteur d'activité. L'hypothèse implicite de cette approche est qu'il existe dans chaque secteur au moins une entreprise française dont le niveau de technologie est comparable à celui des entreprises mondiales les plus performantes.

Les entreprises les plus avancées technologiquement sont également plus performantes en termes de taux de marge ou de capacité à exporter

Quelques statistiques descriptives (*tableau 3*) tirées des fichiers fiscaux BRN, décrivent la population des entreprises industrielles qui se trouvent à la frontière technologique de leur secteur.

La frontière technologique se définit en théorie comme l'ensemble des technologies les plus efficaces et les plus récentes implémentées dans les pays « leaders ». Faute de données internationales suffisamment détaillées, les entreprises se trouvant à la frontière technologiques sont définies ici comme les firmes industrielles localisées sur le territoire français, présentes en 2003 dans les fichiers BRN de la DGI, et classées parmi les 5 % les plus performantes au sein de leur secteur en termes de productivité horaire.

10. Notons que la limite, mentionnée plus haut, de l'indicateur agrégé de productivité ne s'applique pas à l'indicateur de productivité défini au niveau de l'entreprise, puisque le niveau de chômage n'a aucun impact à ce niveau (désagrégé).

Tableau 3

« *Frontière technologique* » : quelques éléments de statistique descriptive
Entreprises industrielles, 2003

	Ensemble de l'industrie			Industries de haute et moy. haute technologie			Industries de basse et moy. basse technologie		
	Frontière	Autres ent.	Ratio	Frontière	Autres ent.	Ratio	Frontière	Autres ent.	Ratio
Nombre d'entreprises	3 882	76 107	5 /95	853	16 880	5 /95	3 029	5 9227	5 /95
Productivité du travail (milliers d'euros / sal.)	187,949	43,605	4,310	195,517	48,751	4,011	185,818	42,139	4,410
Valeur ajoutée (millions d'euros)	6,809	2,433	2,799	17,178	4,728	3,633	3,734	1,713	2,180
Effectif salarié	43,325	42,545	1,017	96,889	72,803	1,331	28,251	33,921	0,833
Taux d'exportation (en part du CA)	0,120	0,085	1,412	0,186	0,124	1,5	0,102	0,074	1,378
Taux de marge (EBE/VA)	0,487	0,220	2,214	0,502	0,221	2,271	0,482	0,220	2,191
Rentabilité Économique	3,706	0,350	10,59	3,843	0,408	9,419	3,667	0,333	11,012

Champ : Ensemble des entreprises industrielles (secteur manufacturier) présentes en 2003 dans les fichiers BRN de la DGI. La « frontière technologique » est ici définie comme l'ensemble des entreprises ayant une productivité par tête supérieure au quatre-vingt quinzième centile de leur secteur (au niveau de nomenclature NACE à 4 chiffres). La valeur ajoutée est exprimée en prix courants. L'information sur la détention de l'entreprise par une personne morale étrangère est issue de l'enquête Liaisons Financières 2003 (Insee).

Les entreprises à la « frontière technologique » sont de taille comparable en termes de nombre de salariés à celles qui ont une plus faible productivité (dans les secteurs de « basse technologie », elles sont même plus petites en moyenne). En revanche, leur valeur ajoutée est en moyenne 2 à 3 fois plus importante. Leur taux de marge¹¹ mesure leur pouvoir de marché au travers de leur capacité à tarifier au-dessus de leur coût marginal : il est en moyenne plus de deux fois plus important que celui des autres entreprises du secteur. Leur rentabilité tant économique¹² que financière¹³ est beaucoup plus importante. Enfin, les entreprises qui sont « à la frontière technologique » de leur secteur sont davantage présentes sur des marchés internationaux et exportent une part environ une fois et demi plus importante de leur chiffre d'affaires que les autres entreprises de leur secteur. Elles sont également un peu plus souvent détenues par des groupes étrangers, ce qui suggère que certains transferts technologiques se font par l'implantation de filiales étrangères sur le sol français.

Ces ratios sont globalement similaires dans les secteurs de haute technologie et dans les secteurs de basse technologie (*encadré 3*) : ce n'est pas parce que le rythme du progrès technologique est plus rapide dans certains secteurs que le différentiel de rentabilité (par exemple) entre les entreprises « à la frontière technologique » de ces secteurs et les autres est plus important que dans les secteurs où le rythme du progrès technologique est plus lent. Cependant, toutes les variables en niveau sont plus faibles dans les secteurs de basse technologie que dans les secteurs de haute technologie.

11. Le taux de marge est mesuré par le rapport de l'excédent brut d'exploitation (valeur ajoutée diminuée des coûts du travail) à la valeur ajoutée.

12. La rentabilité économique est mesurée en rapportant le résultat économique (excédent brut d'exploitation) à l'ensemble des moyens mis en œuvre pour obtenir ce résultat (actif total).

13. La rentabilité financière est mesurée par le rapport entre résultat net et capitaux propres.

Encadré 3

Secteurs de haute et de basse technologie

L'indicateur d'intensité technologique des secteurs utilisé dans ce dossier est construit par l'OCDE (voir OCDE, 2003). Il discrimine les secteurs industriels définis à un niveau très fin (ISIC Rev.3) selon leurs dépenses en recherche et développement, mesurées par deux indicateurs : le ratio des dépenses de R&D sur la valeur ajoutée, dit « intensité énergétique », et le ratio des dépenses de R&D sur la production. Ces indicateurs sont calculés comme une moyenne dans 12 pays de l'OCDE sur la période 1991-1999. La classification finale comporte quatre catégories :

- ❑ Secteurs de « haute technologie » : pharmacie, optique, aéro-spatale...

- ❑ Secteurs de « moyenne-haute technologie » : chimie, automobile, biens d'équipement hors aéronautique....
- ❑ Secteurs de « moyenne-basse technologie » : pétrole, sidérurgie....
- ❑ Secteurs de « basse technologie » : agro-alimentaire, industries textiles...

Dans les analyses présentées, les deux premières sont regroupées ainsi que les deux dernières catégories. L'OCDE procède à des réactualisations fréquentes de cet indicateur de technologie : néanmoins, les modifications restent souvent marginales. Une description plus détaillée de la méthodologie de construction de l'indicateur est disponible dans OCDE (2003).

Les entreprises les plus proches de la frontière technologique innoveront plus souvent

L'*encadré 1* précisait les raisons poussant les entreprises à innover ; il proposait également quelques pistes pour expliquer le fait que les incitations à innover ou à imiter soient différentes, et que donc les entreprises qui se lancent dans de véritables activités d'innovation aient des caractéristiques différentes de celles qui préfèrent imiter. Par ailleurs, la question, que nous posons en introduction, du degré d'avancement technologique d'une économie et de l'adéquation de ses institutions n'est pertinente que si les comportements d'innovation réelle et d'imitation sont nettement différenciés, c'est-à-dire si leurs besoins respectifs, et donc les institutions adaptées à chacun des deux comportements sont significativement différents.

Les données de l'Enquête Innovation (CIS3, SESSI, *encadré 2*) sont mobilisées afin d'examiner ces aspects (*tableau 4*). Elles permettent de calculer les corrélations entre la probabilité pour une entreprise de réussir à innover ou à imiter et différentes caractéristiques de l'entreprises, notamment un indicateur de son niveau technologique (mesuré par la " distance à la frontière technologique " définie ci-dessus) et un indicateur de l'intensité de son effort de R&D.

Tableau 4
Analyse (simultanée) des déterminants de l'innovation et de l'imitation
Entreprises industrielles

Probabilité expliquée :	Ne pas innover ni imiter	Imiter	Réussir à innover
<i>Variation de la probabilité expliquée (en %) associé à l'augmentation de 1 % des variables suivantes :</i>	(1)	(2)	(3)
Proximité à la frontière technologique	-0,065 (0,032)	-0,021 (0,023)	0,085 (0,026)
<i>Inputs de l'innovation :</i>			
Intensité de la R&D (R&D / VA)	-1,090 (0,441)	0,456 (0,295)	0,643 (0,194)
L'entreprise bénéficie-t-elle d'un financement public pour ses activités de R&D ?	-0,116 (0,057)	0,033 (0,041)	0,083 (0,038)
Nombre d'observations	1394	813	765

Calculs de l'auteur (en tenant également compte d'autres caractéristiques de l'entreprise et de son secteur). Le champ correspond aux entreprises industrielles interrogées dans l'enquête CIS3. Les écart-types associés à chaque coefficient sont reportés entre parenthèses.

Lecture : un rapprochement de la frontière technologique sectorielle de 1 % est associé à une probabilité d'innover accrue de 0,085 point, à une probabilité d'imiter réduite de 0,021 point et à une probabilité de ne pouvoir ni imiter, ni innover réduite de 0,065 point.

Les résultats montrent que les entreprises les plus proches de la frontière choisissent d'innover, alors que les entreprises les plus en retard technologiquement préfèrent imiter (ou ne pas s'engager du tout dans des activités innovantes). En effet, plus le niveau technologique d'une entreprise augmente, plus la probabilité d'innover augmente. Au contraire, la probabilité d'imiter ne connaît pas de variation significative (et elle a plutôt tendance à diminuer) et la probabilité de ne réussir ni à innover, ni à imiter diminue significativement¹⁴. Plus précisément, lorsque l'entreprise se rapproche de 1 % de la frontière technologique, sa probabilité d'innover augmente de 0,09 point. Ce résultat est robuste à l'indicateur de niveau technologique utilisé (voir Lelarge, 2006). Simultanément, sa probabilité d'imiter diminue de 0,02 point et sa probabilité d'échouer dans les deux activités diminue de 0,07 point.

La probabilité d'innover est également associée à un effort élevé de R&D : les entreprises ayant alloué 1 % de plus de leur valeur ajoutée que les autres à leur activité d'innovation ont en moyenne une probabilité d'innover supérieure de 0,64 point. Cette probabilité d'innover est également corrélée positivement au fait que cet effort de R&D ait bénéficié d'un financement public.

Ces indicateurs sont plus directement comparables si on les convertit en indicateurs relatifs¹⁵. Si l'entreprise « représentative » de notre échantillon voyait sa proximité à la fron-

¹⁴. La somme de ces trois probabilités vaut toujours 1.

¹⁵. Dont toutes les caractéristiques seraient égales aux valeurs moyennes de l'échantillon. L'intensité moyenne de R&D est 2,006 % (écart-type : 6,353 %), et la proximité moyenne à la frontière technologique est de 60,593 %, c'est-à-dire qu'en moyenne, une entreprise de notre échantillon a un niveau de productivité qui représente 60,593 % du niveau de productivité « maximal » atteint dans le secteur (écart-type : 34,487 %).

Tableau 5**Analyse des déterminants du comportement d'innovation selon le degré technologique du secteur - Entreprises industrielles**

Probabilité expliquée :	Probabilité d'innover	
	Haute et moy. haute technologie	Basse et moy. basse technologie
Secteurs :		
<i>Variation de la probabilité d'innover (en %) associé à l'augmentation de 1 % des variables suivantes :</i>	(1)	(2)
Proximité à la frontière technologique	0,170 (0,062)	0,049 (0,025)
<i>Inputs de l'innovation :</i>		
Intensité de la R&D (R&D / VA)	0,300 (0,215)	0,569 (0,221)
Financement public de la R&D	0,174 (0,055)	-0,019 (0,034)
Obs	864	2 108
Proportion d'entreprises innovantes	59 %	40 %

Calculs de l'auteur (en tenant également compte d'autres caractéristiques de l'entreprise et de son secteur). Le champ correspond aux entreprises industrielles interrogées dans l'enquête CIS3. Les écart-types associés à chaque coefficient sont reportés entre parenthèses. La classification « secteurs de haute et moyennement haute technologie » / « secteurs de basse et moyennement basse technologie » est issue de l'OCDE (2003)

Lecture : un rapprochement de la frontière technologique sectorielle de 1 % est associé à une probabilité d'innover accrue de 0,170 % dans les secteurs de haute technologie, et de 0,049 % dans les secteurs de basse technologie.

tière technologique augmenter d'un écart-type, alors, en moyenne, sa probabilité d'innover serait supérieure de 3,83 points. Si elle voyait son effort de R&D augmenter d'un écart-type, sa probabilité d'innover serait supérieure de 4,08 points. Proximité à la frontière technologique et intensité de l'effort de R&D sont donc des prédicteurs d'importance comparable de la probabilité d'innover.

Le *tableau 5* décrit les corrélations entre les mêmes indicateurs et la probabilité d'innover pour les secteurs de haute et de basse technologie (au sens de l'OCDE). Analyser séparément ces deux secteurs permet d'une certaine manière de comparer « idéalement » une économie technologiquement avancée (dont on suppose qu'elle ressemblerait davantage aux secteurs de haute technologie) à une économie moins avancée (dont on suppose qu'elle ressemblerait davantage aux secteurs de basse technologie).

Les corrélations obtenues entre niveau technologique et probabilité d'innover sont amplifiées dans les secteurs de haute technologie, et atténuées dans les secteurs de basse technologie. Par ailleurs, le comportement d'innovation est presque généralisé dans les secteurs de haute technologie, de sorte qu'aucune des variables décrivant l'intensité de l'effort de R&D ne permet de discriminer les entreprises de manière très significative. Cet aspect est renforcé par le fait que, par construction (*encadré 3*), les entreprises qui sont classées dans la catégorie « haute technologie » sont celles qui appartiennent à des secteurs où l'effort de R&D est important : elles sont donc très homogènes de ce point de vue. Au contraire, l'effort de R&D individuel est très fortement corrélé à la probabilité d'introduire une innovation dans les secteurs de basse technologie.

Les entreprises innovantes sont le moteur le plus régulier de la croissance

Il est maintenant possible d'apporter quelques éléments permettant de quantifier l'importance de ces mécanismes, en prenant un point de vue davantage « macro-économique », à l'aide de calculs de contributions des entreprises innovantes à la croissance de la productivité du travail.

Méthodologie de décomposition de la croissance

La méthodologie adoptée est inspirée de Foster, Haltiwanger et Krizan (2000), lesquels proposent une méthode de décomposition de la croissance de la productivité du travail permettant de distinguer les contributions des entreprises « pérennes » (i.e. dont l'activité se maintient au cours de la période) de celles d'entreprises nouvellement créées ou disparaissant au cours de la période.

La contribution des entreprises pérennes se décompose elle-même en trois termes :

- Le premier mesure la contribution des gains individuels de productivité, pondérés par les poids que représentent les différentes entreprises en termes d'emploi.
- Le second mesure la part de croissance due au changement de la structure de l'économie mesurée en part d'emploi : ce terme n'est positif que si les entreprises qui ont vu leur part en termes d'emploi augmenter sur la période étaient initialement plus productives que la moyenne.
- Enfin, le dernier terme est un terme de « covariance » qui indique si les réallocations d'emploi ont bénéficié aux entreprises « dynamiques ». Il est positif si en moyenne, les entreprises dont l'emploi a augmenté ont également réalisé des gains de productivité au cours de la période considérée.

La contribution des créations d'entreprises à la croissance de la productivité mesure la part de croissance due au fait que la productivité des entreprises qui entrent sur le marché au cours de la période est (éventuellement) différente du niveau initial moyen de produc-

Encadré 4

Faut-il innover pour augmenter sa productivité ?

Les bénéfices associés à l'imitation et à l'innovation sont-ils différenciés selon le niveau de développement technologique des entreprises ? Si les hypothèses de comportement décrites dans l'encadré 1 sont vérifiées, alors les gains anticipés à innover ou à imiter sont a priori hétérogènes selon la population d'entreprises considérée. Notamment, les gains anticipés à innover sont plus faibles pour les entreprises en retard technologiquement que pour les entreprises « de pointe », du fait du risque associé aux activités d'innovation, et donc de la probabilité d'échec.

L'Enquête Innovation (CIS3) apporte quelques éléments de réponse empirique à cette question. Elle permet de calculer les gains que les entreprises peuvent espérer de l'innovation ou de l'imitation. La méthode d'estimation utilisée (méthode d'estimation par appariement) permet de mesurer d'éventuels effets hétérogènes de l'innovation selon la population d'entreprises étudiée. Elle est fondée sur la comparaison d'entreprises « similaires » mais qui n'ont pas adopté le même comportement d'innovation.

Les résultats mis en évidence précédemment montraient que les entreprises qui avaient choisi

d'imitateurs. En comparant innovateurs et non innovateurs, on obtient des résultats similaires et

Tableau

Gains espérés à innover ou à imiter, en termes de productivité du travail (en %)

Gain espéré moyen de l'imitation par rapport à l'absence d'innovation (entre 1998 et 2000)		
pour les non-innovateurs (1168 obs.)	3,3	(2,8)
pour les imitateurs (357 obs.)	3,1	(2,9)
Gain espéré moyen de l'innovation par rapport à l'imitation (entre 1998 et 2000)		
pour les imitateurs (367 obs.)	1,3	(3,2)
pour les innovateurs réels (1308 obs.)	3,0	(3,3)
Gain espéré moyen de l'innovation par rapport à l'absence d'innovation (entre 1998 et 2000)		
pour les non-innovateurs (1114 obs.)	7,6	(3,4)
pour les innovateurs réels (1176 obs.)	11,9	(3,6)

Calculs de l'auteur (les écart-types sont reportés entre parenthèses). Le champ correspond aux entreprises industrielles interrogées dans CIS3. Les indicateurs d'innovation portent sur la période 1998-2000, le gain en termes de productivité mesure en pourcentage l'accroissement de productivité obtenu sur la période 2000-2002 par rapport à 1996-1998.

Lecture : en moyenne, les entreprises de notre échantillon qui n'ont pu s'engager ni dans des activités d'innovation, ni dans des activités d'imitation (« non-innovateurs ») auraient eu un gain de productivité de 3,3 % si elles avaient imité, et de 7,6 % si elles avaient tenté d'innover. Les entreprises de l'échantillon qui ont tenté d'innover ont une productivité 11,9 % supérieure au niveau de productivité qu'elles auraient atteint sans innover ni imiter, et 3 % supérieure à celui qu'elles auraient atteint si elles avaient imité.

d'innover avaient en moyenne un niveau technologique plus élevé que celles qui avaient choisi d'imiter, ou que celles qui n'avaient pu ni imiter, ni innover. Comparer les gains anticipés (i.e. en tenant compte du risque inhérent aux activités d'innovation) propres à chaque population d'entreprises permet donc de calculer des gains pour différents niveaux de développement technologique initial.

Le gain estimé de l'innovation par rapport à l'imitation (en termes de productivité horaire) est environ deux fois plus important pour la sous-population des entreprises qui a choisi de tenter d'innover que pour celle qui a choisi d'imiter (respectivement 3,0 % et 1,3 %, voir tableau ci-dessus). Les estimateurs manquent cependant de précision du fait du faible nombre

plus précis en raison du plus grand nombre d'observations pertinentes. Les gains anticipés à innover (par rapport à l'absence d'innovation) sont très significatifs et beaucoup plus importants pour les innovateurs que pour les non-innovateurs : 11,9 % à comparer à 7,6 %.

Au final, les gains anticipés à innover ou à imiter sont relativement hétérogènes selon le niveau de développement technologique initial ; et seules les entreprises qui s'engagent dans de véritables activités d'innovation peuvent espérer réaliser des gains de productivité significatifs : les entreprises innovantes ont connu un gain de 11,9 % en moyenne, contre un gain de 3,1 % en moyenne pour les entreprises imitatrices. Sur la période récente, l'innovation génère donc les gains de productivités les plus importants.

tivité ; elle n'est positive que si elles ont une productivité supérieure à la moyenne, et elle est pondérée par leur part en terme d'emploi. Symétriquement, la contribution des destructions d'entreprises n'est positive que dans le cas où les entreprises les moins productives sortent du marché.

Cette décomposition est affinée dans les tableaux 6 à 8 afin de pouvoir distinguer la contribution des entreprises « innovantes » de celle des entreprises « non innovantes » parmi les entreprises pérennes ou créées sur la période. Les entreprises qui disparaissent sont conventionnellement considérées comme « non innovantes » dans leur globalité¹⁶.

Pour les analyses sur longue période, les enquêtes sur le comportement d'innovation des entreprises ne sont ni disponibles à intervalles de temps suffisamment réguliers, ni sur une population d'entreprises suffisante. Les seules données de productivité (disponibles annuellement entre 1985 et 2005, sur un champ couvrant l'essentiel de l'industrie française) sont donc utilisées. Une entreprise est considérée comme ayant innové au cours d'une période donnée si sa productivité en fin de période parvient à dépasser le niveau de productivité des 5 % d'entreprises les plus productives de son secteur en début de période. En d'autres termes, elle est considérée comme innovante si elle est devenue globalement plus productive que les entreprises initialement les plus performantes¹⁷.

Encadré 5

Données utilisées pour le calcul des contributions à la croissance des entreprises innovantes

Les données utilisées sont issues de la base de données des Bénéfices Réels Normaux (BRN, DGI). La productivité apparente du travail est calculée comme le rapport entre la valeur ajoutée en volume et les effectifs. La valeur ajoutée (VA) en volume est obtenue en déflétant la valeur ajoutée nominale (BRN) par des prix de la VA, disponibles au niveau de nomenclature NAF36 et issus des comptes (prix de 1995).

□ Le fichier obtenu est retraité afin d'éliminer les éventuelles restructurations (voir Crépon et Duhautois, 2004) : les entreprises dont les identifiants SIREN disparaissent puis réapparaissent sur la période (1985-2003) sont éliminées du fichier, à l'exception des

entreprises qui sortent du fichier durant une année seulement (ces « valeurs manquantes » sont remplacées par une moyenne sur les deux années adjacentes).

□ Les entreprises pérennes qui connaissent une variation d'effectifs de plus de 8 000 (en valeur absolue) sont éliminées du fichier.

Les entreprises qui étaient dans le quintile supérieur de productivité au sein de leur secteur et qui disparaissent sont également éliminées du fichier (nous supposons que ces entreprises, très performantes, ont été rachetées et n'ont pas fait faillite).

¹⁶ Ce point peut être discuté : en effet, il est possible que les entreprises qui déposent leur bilan soient en fait évincées du marché du fait des entreprises innovantes ; en ce sens, la contribution des destructions d'entreprises à la croissance serait un effet induit de l'intensité de l'activité d'innovation dans le secteur (voir l'analyse de l'innovation en termes de « destruction créatrice », Schumpeter, 1942).

¹⁷ Cet indicateur d'innovation est cependant très sensible au cycle économique - bien qu'il soit probable que les décisions de s'engager dans des activités d'innovation soient elles-mêmes affectées par le climat économique. L'indicateur utilisé prend donc en fait une forme légèrement différente : nous supposons que la variation de la moyenne des productivités d'un secteur est un bon estimateur de l'ampleur des chocs (exogènes) qui affectent l'ensemble des entreprises de ce secteur au cours de la période considérée, et nous corrigeons la valeur seuil de productivité à atteindre (pour être considéré comme innovant) par ce terme.

L'indicateur d'innovation utilisé ici est donc relatif au secteur et à la date considérée. C'est de plus un indicateur d'innovation « réussie » (ex post). Si la proportion d'entreprises qui décident ex ante d'entreprendre de véritables activités d'innovation augmente au cours du temps, alors :

- la contribution à la croissance des entreprises innovantes *ex post* (i.e. couronnées de succès) doit augmenter au cours de la période.
- le nombre d'entreprises innovantes *ex post* doit également augmenter, mais dans une moindre mesure du fait du taux d'échec (potentiellement élevé) lié aux activités d'innovation.

A la limite, si l'ensemble des entreprises décidait de tenter d'innover, alors toute la croissance serait imputable aux entreprises qui auront effectivement réussi à innover, mais leur part en termes d'emploi ne sera pas de 100 % (et sera éventuellement réduite) du fait du taux d'échec lié aux activités d'innovation.

Les entreprises innovantes ont fortement contribué à la croissance sur la période récente

Crépon et Duhautois (2004) trouvent que dans les années 1990, la croissance repose essentiellement sur les entreprises pérennes, à la fois du fait des améliorations productives internes aux entreprises et du fait des réallocations de facteurs entre les entreprises. Ils montrent en revanche que la contribution à la croissance des créations d'entreprises diminue entre la fin des années 1980 et la fin des années 1990, ce qui illustre le faible renouvellement du tissu productif.

Les résultats obtenus (*tableau 6*) confirment la contribution massive des entreprises pérennes à la croissance globale de la productivité du travail. Surtout, les entreprises considérées comme « innovantes » représentent moins de 6 % du nombre d'entreprises, moins de 10 % de l'emploi, mais contribuent de façon très importante à la croissance de la productivité : elles sont à l'origine d'environ 30 % de cette croissance jusqu'au milieu des années 1990, puis 47 % sur la période 1997/2000, et plus de 62 % entre 2000 et 2003.

Le découpage temporel adopté, en partie imposé par la nécessité d'avoir un nombre suffisant de périodes de même amplitude coïncide aussi globalement avec le cycle économique. Les principaux points de retournement de la conjoncture à la baisse se situent en 1993 et en 2000. La contribution « absolue » (en points de pourcentage) des entreprises innovantes apparaît nettement moins affectée par le cycle économique que ne l'est celle des entreprises considérées comme « peu innovantes » : celle des premières varie entre 2 et 3 points (sauf entre 1997 et 2000) tandis que celle des secondes s'étage de 2 à 8 points.

L'indicateur d'innovation utilisé est relatif au secteur et à la date considérés, de sorte que la part des entreprises « innovantes », mesurée en nombre d'entreprises, ne peut augmenter (beaucoup) sur la période. Leur poids économique en terme d'emploi est pourtant important en fin de période : elles représentent 5,6 % des entreprises environ mais emploient 8,3 % de la main-d'œuvre. Cependant, des analyses plus détaillées montrent que la contribution à la croissance des entreprises innovantes passe surtout par leurs gains de productivité propres, et très peu par l'augmentation de leur « poids » en termes d'emploi (*tableau 7*). Au contraire, ce terme n'est pas négligeable pour les entreprises pérennes considérées comme « non innovantes » et représente environ un quart de leur

Tableau 6

**Contributions à la croissance de la productivité du travail des entreprises innovantes et non innovantes
1985-2003, ensemble de l'industrie**

Période	Croissance totale (période de 3 ans) (%)	Part d'entreprises innovantes (%)		Contribution des entreprises innovantes (%)				Contribution des autres entreprises (%)			
		En emploi	En nombre d'ent.	Pérennes (points)	Entrantes (points)	Total (points)	En part de croissance (%)	Pérennes (points)	Entrantes (points)	Sortantes (points)	Total (points)
A	B=G+L	C	D	E	F	E+F=G	G/B=H	I	J	K	I+J+K=L
1985-1988	7,63	6,17	5,07	2,38	0,57	2,95	38,65	4,89	-1,89	1,68	4,68
1988-1991	6,48	6,10	5,18	1,22	0,94	2,16	33,32	4,60	-2,16	1,89	4,32
1991-1994	10,39	5,74	4,29	2,32	0,17	2,49	23,94	5,34	-0,65	3,21	7,90
1994-1997	6,33	6,86	4,29	1,80	0,27	2,07	32,66	3,52	-1,74	2,49	4,26
1997-2000	10,55	10,29	5,64	3,78	1,21	4,99	47,30	3,87	-1,31	3,00	5,56
2000-2003	4,69	8,26	5,56	2,43	0,50	2,92	62,32	0,49	-1,57	2,84	1,77

Les sources et le champ sont l'ensemble des entreprises du secteur manufacturier présentes dans les fichiers BRN de la DGI, dont le secteur au niveau fin (NACE à quatre chiffres) est inclus dans les classifications de l'OCDE (2003) et est représenté continûment dans les BRN sur toute la période 1985-2003.

Lecture : La contribution à la croissance de la productivité des entreprises innovantes pérennes, entre 1985 et 1988, a représenté 2,38 points de croissance ; sur la même période, les entreprises qui sont entrées sur le marché avec un haut niveau de productivité (« innovantes ») ont contribué pour 0,57 point de croissance. La contribution des entreprises considérées comme innovantes s'est donc élevée à 2,95 point de croissance pour un total de 7,63 % sur cette période, soit 38,65 %.

contribution à la croissance. Ce sont donc ces entreprises qui voient leur emploi croître le plus.

Alors que dans les secteurs de haute technologie, la croissance repose essentiellement sur les entreprises pérennes (innovantes ou non), dans les secteurs de basse technologie au contraire, la croissance repose surtout sur les entreprises pérennes innovantes et sur les destructions d'entreprises (tableau 8). Les entreprises les moins productives de ces secteurs disparaissent, ce qui contribue positivement à la croissance de la productivité. Enfin, dans les secteurs de basse technologie notamment, le profil des entreprises entrant sur le marché est très contrasté :

- soit elles entrent sur le marché directement « à la frontière technologique » (avec une productivité du travail supérieure au quantile d'ordre 95 de la période précédente), mais représentent une faible part de l'emploi sectoriel, d'où une faible contribution à la croissance globale.
- soit elles entrent sur le marché avec une productivité inférieure à la moyenne, d'où une contribution négative à la croissance globale.

Tableau 7

Contributions à la croissance de la productivité du travail des entreprises pérennes, innovantes et non innovantes
1985-2003, ensemble de l'industrie

Période	Contribution des entreprises innovantes (période de 3 ans, points)				Contribution des autres entreprises (période de 3 ans, points)			
	Gains de productivité individuels	Croissance de l'emploi des ent. performantes	Covariance	Total	Gains de productivité individuels	Croissance de l'emploi des ent. performantes	Covariance	Total
A	E1	E2	E3	E= E1+E2+E3	I1	I2	I3	I=I1+I2+I3
1985-1988	3,60	-0,14	-1,08	2,38	4,99	1,60	-1,70	4,89
1988-1991	1,65	-0,02	-0,41	1,22	4,58	1,04	-1,02	4,60
1991-1994	3,22	0,48	-1,38	2,32	4,30	1,32	-0,28	5,34
1994-1997	2,23	0,07	-0,50	1,80	3,68	1,07	-1,24	3,52
1997-2000	3,66	0,58	-0,46	3,78	3,16	1,40	-0,69	3,87
2000-2003	2,75	0,13	-0,45	2,43	0,06	1,35	-0,92	0,49

Les sources et le champ sont l'ensemble des entreprises (pérennes au cours de chaque période), appartenant au secteur manufacturier présentes dans les fichiers BRN de la DGI, dont le secteur au niveau fin (NACE à quatre chiffres) est inclus dans les classifications de l'OCDE (2003) et est représenté continûment dans les BRN sur toute la période 1985-2003.

Lecture : La contribution à la croissance de la productivité des entreprises innovantes pérennes, entre 1985 et 1988, a représenté 2,38 points de croissance. Cette contribution peut être décomposée en trois termes (voir corps du texte) : la contribution des « gains individuels de productivité » est de 3,60 point sur la période, tandis que la contribution liée au changement de la structure d'emploi de l'économie (au profit des entreprises pérennes innovantes ici) est négative, de -0,14 points. Enfin, le terme de covariance est également négatif (-1,08 point), indiquant qu'en moyenne, les entreprises pérennes innovantes qui connaissent les plus forts gains de productivité ne sont pas celle qui connaissent les plus fortes croissances de l'emploi.

Tableau 8

Contributions à la croissance de la productivité du travail des entreprises innovantes et non innovantes selon le secteur industriel (haute ou basse technologie), 1985-2003

Période	Coissance totale (période de 3 ans) (%)	Part d'entreprises innovantes (%)		Contribution des entreprises innovantes (%)				Contribution des autres entreprises (%)			
		En emploi	En nbre d'ent.	Pérennes (points)	Entrantes (points)	Total (points)	En part de croissance (%)	Pérennes (points)	Entrantes (points)	Sortantes (points)	Total (points)
A	B=G+L	C	D	E	F	E+F=G	G/B=H	I	J	K	I+J+K=L
Entreprises industrielles de haute technologie											
1985-1988	7,64	5,26	5,86	2,94	0,41	3,35	43,88	4,86	-2,09	1,52	4,29
1988-1991	9,58	5,94	5,49	1,33	1,36	2,70	28,14	6,39	-1,78	2,28	6,89
1991-1994	13,49	5,69	4,69	2,53	0,17	2,71	20,06	8,65	-0,45	2,58	10,78
1994-1997	14,22	5,94	4,38	2,27	0,26	2,53	17,80	10,42	-0,14	1,41	11,69
1997-2000	17,88	14,01	6,52	6,69	1,09	7,78	43,49	8,74	-0,28	1,65	10,11
2000-2003	8,50	11,00	6,64	4,03	0,73	4,76	55,95	2,64	-0,59	1,69	3,75
Entreprises industrielles de basse technologie											
1985-1988	7,63	6,75	4,78	2,02	0,68	2,69	35,28	4,91	-1,74	1,77	4,94
1988-1991	4,15	6,31	5,19	1,10	0,62	1,72	41,51	3,31	-2,45	1,57	2,43
1991-1994	8,00	5,67	4,24	2,14	0,15	2,29	28,66	2,90	-0,73	3,53	5,71
1994-1997	1,14	6,61	4,67	1,27	0,25	1,52	133,24	-0,65	-2,65	2,92	-0,38
1997-2000	6,01	7,81	5,71	1,88	1,14	3,03	50,36	1,07	-1,81	3,73	2,98
2000-2003	2,71	6,24	5,37	1,47	0,31	1,78	65,66	-0,29	-2,05	3,28	0,93

Les sources et le champ sont l'ensemble des entreprises du secteur manufacturier présentes dans les fichiers BRN de la DGI, dont le secteur au niveau fin (NACE à quatre chiffres) est inclus dans les classifications de l'OCDE (2003) et est représenté continûment dans les BRN sur toute la période 1985-2003.

Lecture : voir tableau 5.

Quelques éléments de conclusion

Au final, les éléments rassemblés dans ce dossier peuvent se résumer en quelques points principaux. D'une part, l'intensité des activités de R&D et le niveau technologique général semblent être des facteurs cruciaux pour innover. D'autre part, les entreprises innovantes semblent être à l'origine d'une part importante de la croissance sur la période récente, et surtout en être devenues l'un des moteurs les plus stables. Ces entreprises innovantes, « de pointe », jouent bien le rôle que l'on attend d'elles dans un régime de croissance fondé sur le savoir et la compétitivité hors prix. Mais la contribution de ce moteur resterait néanmoins plus faible qu'ailleurs et le positionnement de la France à la frontière technologique resterait donc fragile, fragilité dont témoignerait également le fléchissement des dépenses de R&D. □

Bibliographie

Acemoglu D., Aghion P. et F. Zilibotti (2003) « Distance to Frontier, Selection and Economic Growth », CEPR Discussion Paper, 3467.

Aghion P., Bloom N., Blundell R., Griffith R. et P. Howitt (2005), « Competition and Innovation: An Inverted U Relationship », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 120(2).

Aghion P., Blundell R., Griffith R., Howitt P. et S. Prantl (2004), « Firm Entry, Innovation and Growth: Theory and Micro Evidence », mimeo Harvard.

Aghion P. et E. Cohen (2004), « Education et Croissance », Rapport du CAE, Paris, La Documentation Française.

Aghion P. et P. Howitt (1998), *Endogenous Growth Theory*, MIT Press.

Arrow K. (1962), « Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention » in NBER, *The Rate and Direction of Innovative Activity : Economic and Social Factors*, Princeton University Press.

Artus P. et G. Clette (2004), *Productivité et croissance*, Rapport du Conseil d'Analyse Economique, Paris, La Documentation Française.

Baily M. N., Hulten C., et D. Campbell (1992), « Productivity Dynamics in Manufacturing Plants », *Brooking Papers on Economic Activity: Microeconomics*.

Bartelsman E. J. et M. Doms (2000), « Understanding Productivity: Lessons from Longitudinal Microdata », *Journal of Economic Literature*, XXXVIII.

Boone J. (2000), « Competitive Pressure : the Effects on Investments in Product and Process Innovation », *Rand Journal of Economics*, 31/3.

Bourlès, R. et G. Clette (2005), « A comparison of structural productivity levels in the major industrialised countries », Banque de France, Notes d'études et de recherche, n°33.

Boyer R. et M. Didier (1998), *Innovation et croissance*, Rapport du Conseil d'Analyse Economique, Paris, La Documentation Française.

Crépon B. et N. Jung (1999), « Innovation, Emploi et Performances », Document de Travail de la DESE, G9904.

Crépon B. et R. Duhautois (2004), « Ralentissement de la productivité et réallocations d'emplois : deux régimes de croissance », *Economie et Statistique*, 367.

Duguet E. (2002), « Innovation Height, Spillovers and TFP Growth at the Firm Level: Evidence from French Manufacturing », *Cahiers de la MSE, Série verte*, 2002.73; à paraître dans *Economics of Innovation and New Technology*.

Duguet E. et M. MacGarvie (2005), « How well do Patent Citations Measure Knowledge Flows ? Evidence from French Innovation Surveys », *Economics of Innovation and New Technology*, 14(5).

Duguet E. et S. Monjon (2004), « Is Innovation Persistent at the Firm Level ? An Econometric Examination Comparing the Propensity Score and Regression Methods », *Cahiers de la MSE*, 2004.75.

- Duhautois R. (2002), « Les réallocations d'emploi en France sont-elles en phase avec le cycle ? », *Economie et Statistique*, 351.
- Encaoua D. et C. Crampes (2001), « Micro-économie de l'innovation », in *L'encyclopédie de l'Innovation*.
- Encaoua D. et D. Ulph (2000), « Catching-up or Leapfrogging? The effects of competition on innovation and growth », mimeo EUREQua.
- Foster L., Haltiwanger J., et C.J. Krizan (2000), « Aggregate Productivity Growth: Lessons from Microeconomic Evidence » in *New Developments in Productivity Analysis* (E. DEAN, M. HARPER et C. HULTEN, ed.), Chicago, University of Chicago Press.
- Foster L., Haltiwanger J., et C. Syverson (2005), « Reallocation, Firm Turnover, and Efficiency: Selection on Productivity or Profitability? », *NBER Working Paper*, 11555.
- Galia F. et D. Legros (2004), « Complementarities between obstacles to Innovation: Evidence from France », *Research Policy*, 33.
- Gilbert R. et D. Newbery (1982), « Preemptive Patenting and the Persistence of Monopoly », *American Economic Review*, 72.
- Griffith R., Redding S. et J. Van Reenen (2004), « Mapping the Two Faces of R&D: Productivity in a Panel of OECD Countries », *Review of Economics and Statistics*, 86(4).
- INSEE (2002), « Innovation: de l'idée à la performance », actes du 8ème séminaire de la Direction des Statistiques d'Entreprises.
- Kocoglu Y. et J. Mairesse (2004), « An Exercise in the Measurement of R&D Capital and its Contribution to Growth: a Comparison between France and the United States, and with ICT », article présenté à la 28ème conférence de l'International Association for Research in Income and Wealth, Août 2004.
- Lelarge C. (2006), « Les entreprises industrielles françaises sont-elles à la frontière technologique ? », INSEE, Document de travail de la DESE, à paraître.
- Lentz R. et D. Mortensen (2005), « An Empirical Model of Growth Through Product Innovation », *NBER Working Paper*, 11546.
- Mairesse J. et P. Mohnen (2002), « To Be or Not to Be Innovative: An Exercise in Measurement », *OCDE, STI Review*, 27.
- OCDE (1992,1997), *Manuel d'Oslo. La mesure des activités scientifiques et technologiques. Principes directeurs proposés pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation technologique*.
- OCDE (2002), « Les changements en cours du cycle économique », in *Perspectives économique de l'OCDE*, 71.
- OCDE/DSTI (2003), « STAN Indicators ».
- OCDE/DSTI (Hatzichronoglou T., 2003), « Révision des classifications des secteurs et des produits de haute technologie », *Document de Travail*, 1997/2.
- OCDE (2004), *Compendium Statistique 2004 de la science et de la technologie*.
- OCDE (2005), *L'OCDE en chiffres 2005*.
- OCDE (2005), *Main Science and Technology Indicators*.

Picart C. (2006) « Les gazelles en France », Note INSEE/DESE/D3E/MSE, 02-06/G230/CP/CE.

Picart C. (2004), « Le tissu productif : renouvellement à la base et stabilité au sommet », Economie et Statistique, 371.

Reinganum J. (1989), « The Timing of Innovation : Research, Development and Diffusion », in Handbook of Industrial Organization, eds. R. Schmalensee et R. Willig, vol. 1, Elsevier.

Sapir A. et al. (2004), An Agenda for a Growing Europe. The Sapir Report, Oxford University Press.

Scherer F. M. (1998), « The Size Distribution of Profits From Innovation », Annales d'Economie et de Statistiques, 49/50.

Schumpeter J. (1942), Capitalisme, Socialisme et Démocratie, Payot.

SESSI (2004), L'innovation technologique dans l'industrie.

SESSI (Lhomme Y., 2002), « L'innovation technologique dans l'industrie - Quatre entreprises industrielles sur dix ont innové entre 1998 et 2000 », 4 pages du SESSI, 168.

Tirole J. (1988), Théorie de l'Organisation Industrielle, Economica et The Theory of Industrial Organization, MIT Press.

Ressources « en ligne » (statistiques et publications sur la R&D) :

Site Internet du service statistique du ministère de l'industrie (notamment : Tableau de Bord de l'Innovation, mise à jour trimestrielle) : <http://www.industrie.gouv.fr/sessi/>

Site Internet du ministère de la recherche : <http://cisad.adc.education.fr/reperes/default.htm>

Site Internet de l'OCDE, Direction de la Science, de la technologie et de l'industrie : http://www.oecd.org/department/0,2688,en_2649_33703_1_1_1_1_1,00.html
