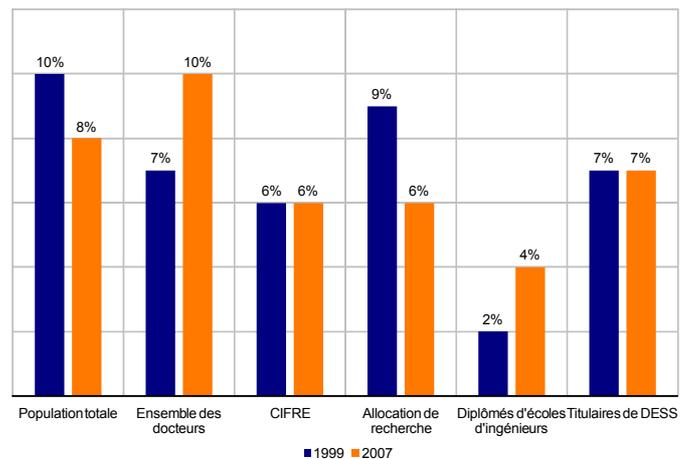


Y a-t-il un problème d'insertion des titulaires de doctorat dans les centres de R&D des entreprises ?

Ce document a été élaboré sous la responsabilité de la direction générale du Trésor et ne reflète pas nécessairement la position du ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie.

- Le taux de chômage des titulaires de doctorat (les docteurs) est élevé en France, que ce soit par rapport aux autres catégories de diplômés ou comparativement à celui des docteurs dans d'autres pays. Il faut toutefois noter qu'il varie fortement d'une discipline à l'autre. Le taux de chômage des docteurs en mécanique, électronique, informatique et sciences de l'ingénieur est faible et proche de celui des diplômés d'écoles d'ingénieurs (autour de 4 %). Par contre, celui des jeunes docteurs en chimie, lettres et sciences humaines est trois fois plus élevé.
- Comparativement aux détenteurs d'un Bac+5, les docteurs sont peu présents dans la R&D privée, le secteur public étant leur principal débouché. Bien que cela ne constitue pas une exception française et que la même observation puisse être faite dans tous les pays développés, on peut s'interroger sur l'existence d'un biais de sélection, de la part des entreprises, à l'encontre des docteurs et en faveur des ingénieurs.
- Pour tester cette hypothèse, on compare, à l'aide d'un modèle économétrique, la productivité des docteurs à celles des autres diplômés, au sein d'une cellule de R&D privée. Il en ressort que les docteurs ont une productivité comparable à celle des ingénieurs et, qu'à ancienneté égale, ils ne sont pas moins rémunérés. Il n'y a donc pas de biais de sélection à l'encontre des docteurs. Au vu des compétences disponibles et des spécificités des entreprises, le recrutement des docteurs dans les équipes de R&D privées n'est pas inférieur à ce qui serait économiquement optimal. Toutefois, l'inadéquation de l'offre de formations doctorales peut, elle, conduire à une mauvaise utilisation du capital humain.
- Le rôle important joué par les chercheurs détenteurs d'un diplôme autre que Bac+5 ou doctorat dans la production d'innovations apparaît clairement dans l'analyse économétrique. La désaffection des jeunes pour les formations scientifiques et les besoins croissants de l'économie française en chercheurs¹ n'en sont que plus préoccupants. Autant que le doctorat, il serait nécessaire de soutenir toutes les filières d'enseignement scientifique, même les plus courtes.

Taux de chômage, trois ans après l'obtention du diplôme, pour les Bac+5 et plus, en 1999 et en 2007



Source : Centre d'étude et de recherche sur les qualifications (Céreq), Enquêtes « génération » 1996 et 2004.

(1) Paul Cahu, Lilas Demmou (2009), « Les effets économiques de la réforme du Crédit d'Impôt Recherche de 2008 », et Emmanuel Massé, *Trésor Eco* n°50, janvier.

1. En France, le taux de chômage des titulaires de doctorat est relativement élevé :

1.1 L'obtention d'un doctorat constitue de moins en moins une assurance contre le chômage

Depuis le début des années 1990, le taux de chômage des docteurs est le plus élevé de la catégorie « titulaire d'un diplôme Bac+5 au moins ». L'écart s'est particulièrement creusé en 2007, le taux de chômage des docteurs 3 ans après l'obtention de leur diplôme atteignant 10 % contre 4 % pour les ingénieurs et 7 % pour les titulaires d'un DESS (Diplôme d'études supérieures spécialisées, qui a été remplacé par le diplôme de master professionnel depuis la réforme LMD¹).

Tableau 1 : Taux de chômage des diplômés de l'enseignement supérieur 3 ans après l'obtention de leur diplôme (en %)

	1997	1999	2001	2004	2007
Population totale	11	10	8	9	8
Ensemble des docteurs	8	7	7	11	10
Dont ayant bénéficié de :					
- CIFRE	3	6		6	6
- Allocation de recherche		9		9	6
Diplômés d'écoles d'ingénieurs	5	2	2	6	4
Titulaires de DESS	10	7	5	11	7

Sources : Céreq, situation trois ans après l'obtention du diplôme des titulaires de doctorats en 1994, 1996, 1998, 2001 et 2004.

Ce chômage élevé des jeunes docteurs apparaît spécifique à la France au sein de l'OCDE. En 2006, le taux de chômage des docteurs ayant obtenu leur diplôme trois ans auparavant s'élevait à 4 % en Allemagne et à moins de 2 % aux États-Unis.

Il convient cependant de noter que le taux de chômage des jeunes docteurs en France cache de fortes disparités, notamment par type de financement de la thèse et par discipline. Les docteurs qui ont bénéficié d'une allocation de recherche ou d'une Convention Industrielle de Formation par la REcherche (CIFRE) affichent des taux de chômage stables ou en baisse depuis 1999, en-dessous de ceux des détenteurs d'un master professionnel ou des docteurs dans l'ensemble.

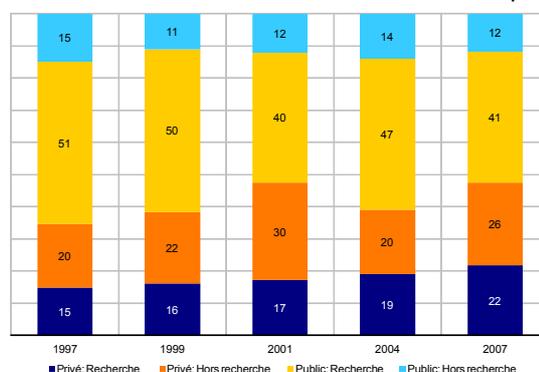
Le taux de chômage des docteurs varie également beaucoup d'une discipline à l'autre. Le taux de chômage des jeunes docteurs en mécanique, électronique, informatique et sciences de l'ingénieur, même s'il a augmenté depuis le début des années 2000, reste proche de celui des diplômés d'écoles d'ingénieurs (4 % en moyenne sur la période 1999-2007 pour les deux catégories de diplômés), avec

lesquels ils sont pourtant probablement en concurrence. À l'opposé, les docteurs en chimie, lettres et sciences humaines connaissent un taux de chômage de l'ordre de 15 % sur la période 1999-2007.

1.2 Les titulaires de doctorat travaillent majoritairement dans le secteur public mais l'emploi dans le secteur privé progresse

En 2007, 52 % des docteurs diplômés en 2004 et en emploi travaillaient dans le secteur public (Observatoire de l'emploi scientifique 2009). Cette part a fortement baissé dans la deuxième moitié des années 1990 mais semble se stabiliser depuis (cf. graphique 1). Parmi ces jeunes docteurs employés par le public, trois sur quatre sont chercheurs. La part des jeunes docteurs faisant de la recherche en entreprise progresse continuellement depuis le milieu des années 1990 pour atteindre 20 % en 2007, mais reste inférieure à celle des jeunes docteurs occupant d'autres fonctions dans le privé.

Graphique 1 : les débouchés des titulaires de doctorat en France, selon le secteur et le type d'activité exercée (en %) trois ans après l'obtention du diplôme



Source : Céreq, Enquêtes « génération », 1994-1996-1999-2001-2004.

L'intérêt porté à l'insertion professionnelle des docteurs, particulièrement dans la recherche, est motivé par la nécessité d'élever le potentiel de croissance de l'économie française. Or, selon la théorie de la croissance, le capital humain d'une économie apparaît comme un contributeur important à la croissance (cf. encadré 1), mais uniquement s'il peut être mobilisé dans le processus de production. L'hypothèse d'un appariement inefficace entre les laboratoires de recherche privés et les docteurs est à cet égard préoccupante puisqu'elle reviendrait à dire que la France utilise son capital humain de façon peu optimale.

(1) « Dans le cadre de l'harmonisation des cursus d'enseignement supérieur européens, le cursus universitaire français s'organise désormais autour de trois diplômes : la licence, le master et le doctorat. Cette nouvelle organisation, dite « L.M.D. », permet d'accroître la mobilité des étudiants européens, la mobilité entre disciplines et entre formations professionnelles et générales. » Site du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche.

Encadré 1 : Importance du capital humain dans la croissance économique

Les premiers travaux sur l'économie de la croissance ont permis de mettre en évidence le rôle du progrès technologique dans la croissance économique. Les économistes ont modélisé l'activité économique à l'aide de fonctions de production comprenant le travail, le capital (physique et/ou humain) et la technologie comme intrants. Au tout début, l'accumulation du capital était modélisée mais pas l'accumulation de la technologie^a. À la fin des années 1980, Paul Romer propose un modèle où le processus de changement technologique est rendu endogène : un secteur de recherche produit le progrès technique qui est ensuite utilisé par les autres secteurs. Son modèle souligne l'importance du capital humain dans la croissance et, tout particulièrement, du capital humain consacré à la recherche.

Le modèle de Romer comprend quatre intrants, dont deux modélisant le niveau de connaissance de la société :

- K : le capital physique ;
- L : la quantité de travail ;
- H : le capital humain, mesure de l'effet cumulé des activités d'éducation et de formation ;
- A : le niveau d'avancement technologique.

La connaissance se compose du capital humain et de l'avancement technologique. Le niveau d'avancement technologique est considéré comme la composante non rivale de la connaissance, c'est-à-dire celle qui peut être utilisée par plusieurs agents à la fois, tandis que le capital humain constitue la part rivale, que les entreprises ne peuvent s'approprier simultanément.

L'économie se divise en trois secteurs :

- **Le secteur de la recherche** : qui utilise une part du capital humain (H_A) et le stock de connaissance (A) pour produire de nouvelles connaissances sous la forme de nouveaux designs, avec un taux de production $\dot{A} = \delta H_A A$ où δ est un paramètre de la productivité des chercheurs ;
- **Le secteur de biens intermédiaires** : qui utilise les designs du secteur de la recherche et du capital pour produire des biens intermédiaires x ;
- **Le secteur de bien final** : qui utilise le travail, le reste du capital humain (H_Y) et les biens intermédiaires (x), pour produire le bien final $Y(H_Y, L, x) = H_Y^\alpha L^\beta \sum_{i=1}^{\infty} x_i^{1-\alpha-\beta}$

La connaissance contribue à la production de deux façons : en augmentant le nombre de designs et donc de biens intermédiaires participant à la production du bien final et en accroissant le stock de connaissances, ce qui accroît la productivité du secteur de la recherche.

Après résolution, Romer obtient que le taux de croissance de l'économie, g est égal au taux de croissance du capital physique et au taux de croissance du stock de connaissance :

$$g = \frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{K}}{K} = \frac{\dot{A}}{A} = \delta H_A$$

La croissance est donc fonction du capital humain consacré à la recherche et de la productivité des chercheurs. Plus ce capital est important plus la croissance est forte.

Les travaux de Romer ont été à l'origine de la théorie de la croissance endogène et ont inspiré beaucoup d'économistes depuis^b.

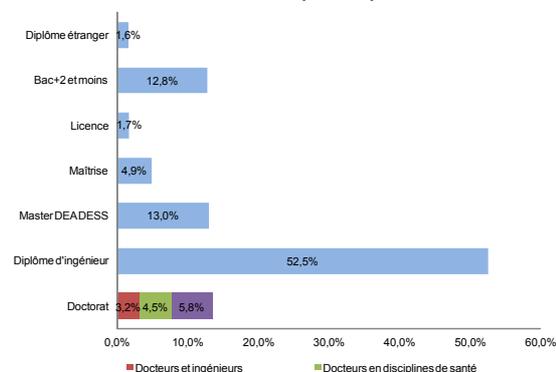
- a. Solow R. M. (1957), "Technical Change and the Aggregate Production Function", *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 39, No. 3, pp. 312-320, August, considère le stock de connaissances comme un bien public exogène. Lucas R. E. (1988), "On the Mechanics of Economic Development." *Journal of Monetary Economics*, 22(1), pp. 3-42, considère que la production de la connaissance est un effet secondaire de la production du bien final.
- b. Aghion et Howitt ont dans les années 1990 développé une théorie où la croissance est endogène : Aghion P. and Howitt P. (1998), "Endogenous Growth Theory", MIT Press.

Source : Paul Romer (1990), "Endogenous Technical Change", *The Journal of Political Economy*, Vol. 98, No. 5, October.

1.3 Bien que faible, la part des docteurs dans la R&D privée est dans la moyenne internationale

La répartition, par diplôme, des personnels effectuant de la recherche dans les entreprises privées montre la prédominance des ingénieurs. Ceux-ci représentent plus de 50 % des chercheurs en entreprise, contre seulement 13,5 % pour les docteurs (cf. graphique 2). Parmi les docteurs, 23 % sont aussi ingénieurs et un sur trois a obtenu son doctorat dans une discipline de santé (médecine, pharmacie ou odontologie) ; (Observatoire de l'emploi scientifique 2009).

Graphique 2 : répartition des chercheurs dans les entreprises en fonction du diplôme le plus élevé obtenu, en 2007



Source : Ministère de l'enseignement supérieur/Direction générale pour la recherche et de l'innovation-Direction générale pour l'enseignement supérieur et l'insertion professionnelle - Système d'information et études statistiques-C1.

Cette faible présence des docteurs dans les laboratoires privés n'est pas une spécificité française et concerne beaucoup de pays, y compris ceux considérés comme les plus à la pointe en matière d'innovation.

- Au Japon, en 2005, les docteurs ne représentaient que 5 % des chercheurs en entreprises² contre 13,5 % en France en 2007.
- En Allemagne, en 2005, les docteurs représentaient 5,7 % du personnel de R&D (chercheurs, techniciens, ouvriers et administratifs) des entreprises industrielles³. En France, cette proportion était de 7,7 %⁴ en 2007.
- Aux États-Unis, en 2006, 12,1 %⁵ des salariés du privé travaillant dans la R&D et diplômés du supérieur dans une matière scientifique étaient docteurs. Ce chiffre peut

être comparé à la proportion de docteurs parmi les chercheurs et techniciens des laboratoires de R&D privés (tous diplômés et toutes matières confondus) en France, celle-ci s'établit à 8,7 %⁶ en 2007.

Ainsi, les comparaisons internationales semblent indiquer que les docteurs français ne sont pas plus mal lotis que leurs homologues étrangers pour ce qui est de leur place dans la recherche privée. En outre, cette faible présence des docteurs parmi les équipes de recherche des entreprises ne semble pas de nature à expliquer le déficit d'innovation de l'économie française par rapport à d'autres pays. Ce constat conduit à des interrogations sur la plus-value du doctorat par rapport à d'autres diplômes, lorsqu'on s'intéresse à la capacité d'innovation des entreprises.

2. L'analyse économétrique suggère que le taux de chômage élevé des titulaires de doctorat (par rapport aux ingénieurs, notamment) ne s'explique pas par une insuffisante productivité

Une question sous-jacente au débat est celle du rendement du doctorat, en particulier comparativement aux diplômés d'ingénieurs, dans les laboratoires privés de R&D. Les docteurs travaillant dans la recherche privée sont-ils reconnus à leur juste valeur par les entreprises ?

2.1 L'analyse comparée de la productivité des docteurs et des ingénieurs constitue un bon moyen pour détecter un éventuel biais de sélection

Cette étude apporte des éléments de réponse dans le cadre théorique (introduit par Griliches en 1979⁷) d'une « fonction de production de connaissances », à laquelle on ajoute, comme facteurs explicatifs de la productivité de la cellule R&D, les parts de tels ou tels diplômés parmi les chercheurs. La production de R&D des entreprises est donc expliquée par un ensemble de facteurs influant sur la production (les variables explicatives du modèle économétrique), l'un de ces facteurs étant la composition par diplômés des équipes de recherche.

La production de R&D est mesurée, de manière usuelle, par le nombre de brevets déposés⁸. Cet indicateur comporte néanmoins certaines limites bien connues. Tout d'abord, le brevet n'est pas forcément le meilleur moyen de protection des innovations et certaines entreprises innovantes préfèrent recourir au secret de fabrication. Seulement 27 % des entreprises effectuant de la R&D ont déposé un brevet en 2007⁹. De plus, la valeur des brevets peut être

très hétérogène alors que la variable « nombre de brevets » donne le même poids à tous les brevets, quelle que soit leur valeur. Enfin, une même invention peut donner lieu à des dépôts de brevets dans plusieurs pays, elle est alors comptabilisée plusieurs fois dans la production de R&D. La variable utilisée ici, somme des dépôts de brevets auprès de l'INPI en France, de l'Office européen des brevets, de l'office américain des brevets et des autres pays (dont par la voie internationale PCT¹⁰), excède donc le nombre d'inventions brevetées par l'entreprise. Néanmoins, compte tenu des coûts de dépôt, on peut considérer que la qualité du brevet croît avec le nombre de dépôts, si bien que se limiter au nombre d'inventions brevetées ne serait pas forcément préférable.

La production de R&D est expliquée essentiellement par la taille et la composition des équipes de recherche, ainsi que les moyens financiers engagés. Cette production étant ici mesurée par le nombre de brevets déposés, d'autres facteurs sont inclus dans le modèle pour tenir compte de la propension à breveter : type de recherche menée par l'entreprise (fondamentale, appliquée, expérimentale), taille et secteur de l'entreprise, contrat de recherche pour la défense, etc. (cf. Encadré 2). L'inclusion de ces variables de contrôle adéquates permet d'atténuer dans une large mesure les imperfections liées au choix de la variable « nombre de brevets » comme mesure de la production de R&D.

(2) OCDE, base R&D, 2009.

(3) Source : Calculs de l'institut ifo sur la base du ifo Investitions test 2005 portant sur 1093 entreprises du secteur industriel.

(4) Cette proportion porte sur tous les secteurs confondus. Pour autant elle ne doit pas être très différente si on se restreint à l'industrie qui concentre 84 % des dépenses de R&D privée.

(5) National Science Board. 2010. Science and Engineering Indicators 2010. Arlington, VA: National Science Foundation (NSB 10-01).

(6) Chiffre obtenu à partir des données de l'Enquête R&D.

(7) Griliches Z. (1979), "Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth", *The Bell Journal of Economics*, Vol. 10, No. 1, pp. 92-116, Spring.

(8) D'autres mesures, moins courantes, incluent la part des produits récents dans le chiffre d'affaires ou le taux de renouvellement des produits (Crépon B., Duguet E., Mairesse J. (2000), « Mesurer le rendement de l'innovation », *Économie et Statistique* n°334). Nous avons effectué une régression avec, comme variable dépendante, le chiffre d'affaires réalisé sur des produits de moins de trois ans, variable disponible dans l'enquête « innovation » de l'Insee (CIS 2008). La faible taille de l'échantillon obtenue après appariement du volet « chercheurs » de l'enquête R&D et de l'enquête « innovation » (500 observations environ) conduit à une estimation très imprécise et en conséquence à des résultats peu exploitables, sans qu'ils n'invalident ceux présentés ici.

(9) Données : enquête R&D 2007.

(10) Patent Cooperation Treaty.

Encadré 2 : Modélisation de la production de R&D privée

L'estimation repose sur un modèle binomial négatif qui est adapté aux variables de comptage, comme le nombre de brevets. Ce modèle a été préféré au modèle de Poisson, plus contraint : la loi de Poisson, ne dépendant que d'un seul paramètre, a pour caractéristique d'avoir une variance et une espérance égales. Or, il s'avère ici que les observations sont « sur-dispersées » par rapport au modèle de Poisson^a. La loi binomiale négative, ayant une variance supérieure à l'espérance, apporte une solution à ce problème.

En notant γ_i le nombre de brevets de l'entreprise i , X_i le vecteur des variables explicatives de la production de brevets par l'entreprise i et β le vecteur des coefficients associé au vecteur X_i (vecteur que l'on cherche à estimer), l'hypothèse d'un modèle binomial négatif conduit à écrire l'espérance et la variance conditionnelles de γ_i comme suit :

$$E(\gamma_i | X_i) = e^{x_i \beta}$$

$$V(\gamma_i | X_i) = e^{x_i \beta} (1 + \alpha e^{x_i \beta})$$

α est le paramètre de sur-dispersion. Plus il est grand, plus la sur-dispersion est grande ; quand $\alpha = 0$, on retrouve le modèle de Poisson. Dans notre modèle, comme signalé ci-dessus, les observations sont « sur-dispersées », α est significativement supérieur à zéro.

Le vecteur X_i regroupe les variables suivantes :

- le logarithme du nombre total de chercheurs ;
- le logarithme de l'effectif de R&D hors chercheurs (techniciens, ouvriers et administratifs) ;
- le logarithme des dépenses intérieures de R&D (DIRD) autres que la masse salariale ;
- la part de chercheurs dans chaque catégorie de diplôme ;
- la part de chercheurs dans chaque tranche d'âge (comme proxy de l'expérience) ;
- le logarithme de l'effectif total de l'entreprise ;
- les parts de dépenses intérieures de R&D (DIRD) consacrées respectivement à la recherche fondamentale, appliquée et expérimentale (en pourcentage).
- une indicatrice qui vaut 1 si l'entreprise fait de la recherche sous contrat avec le ministère de la défense et 0 sinon ;
- des indicatrices sectorielles.

Le secteur et la taille sont fortement susceptibles d'influer sur la propension à breveter. En plus de ces facteurs traditionnels, l'existence d'un contrat avec le ministère de la défense, qui requiert le secret dans la plupart des cas, peut jouer négativement sur la propension à breveter. Le caractère plus ou moins amont ou aval de la R&D (parts respectives de la recherche fondamentale, appliquée et expérimentale) est aussi pris en compte, la recherche fondamentale offrant moins d'opportunité de breveter que les autres.

Enfin, il faut noter que, si les erreurs de mesure portant sur la variable dépendante γ_i présentent l'inconvénient de diminuer la précision des estimations, en revanche, en général, elles ne les biaisent pas, à la différence des erreurs de mesure portant sur les variables explicatives^b.

- a. L'hypothèse de sur-dispersion des données a été validée grâce à un test de rapport de vraisemblance qui compare le modèle binomial négatif et le modèle de Poisson.
- b. Celles-ci, en général, biaisent les paramètres vers zéro (cf. par exemple Griliches Z. et Mairesse J. (1995), "Production Functions : the Search for Identification", *NBER Working Paper* No. 5067, March).

Les données sont issues de l'« Enquête annuelle sur les moyens consacrés à la recherche et au développement dans les entreprises » du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche, pour l'année 2007. L'enquête pour 2007 comporte, outre le volet fixe annuel, un volet sur les caractéristiques des chercheurs, rempli par un sous-échantillon de 3143 entreprises. Ce volet renseigne notamment sur les répartitions des chercheurs par diplôme et par âge (mais pas sur la répartition croisée de ces deux variables). Les autres variables introduites dans l'analyse économétrique, de même que le nombre de brevets, proviennent du volet fixe (caractéristiques de l'entreprise, ses dépenses et ses ressources de R&D)¹¹.

2.2 L'analyse économétrique apporte des enseignements, aussi bien sur les déterminants de la production de R&D que sur la productivité comparée des chercheurs

2.2.1 De façon assez prévisible, il apparaît que c'est l'ampleur globale des moyens consacrés à la R&D qui influe sur la production d'innovations

Les variables relatives au nombre de chercheurs et aux dépenses de R&D autres que le personnel influent très significativement sur les dépôts de brevets (cf. Tableau 2). Une augmentation de 1 % des dépenses de R&D -hors personnels- (respectivement du nombre de chercheurs) conduirait à une augmentation de 0,46 % (resp. 0,33 %) du nombre de brevets.

(11) Le nombre de brevets a été corrigé pour les 175 entreprises vendant au moins une partie de leur R&D hors de leur groupe. La règle de proportionnalité suivante a été appliquée :

1. soustraction des ressources provenant d'entreprises hors du groupe aux dépenses intérieures de R&D ;
2. calcul du ratio du montant obtenu aux dépenses intérieures de R&D ;
3. division du nombre de brevets par ce ratio : c'est le nombre de brevets corrigé.

L'élasticité d'échelle de la fonction R&D, somme des deux élasticités précédentes, plus celle de l'effectif du personnel de recherche (qui ne ressort pas significativement), s'établirait à 0,83, ce qui signifie qu'une augmentation de 1 % de toutes les ressources consacrées à la R&D conduirait à une augmentation de 0,83 % du nombre de brevets déposés. Les rendements de la R&D seraient donc légèrement décroissants, ce qui est un résultat classique dans la littérature mais doit être interprété avec prudence, pouvant simplement résulter d'un biais d'erreurs de mesure (Griliches, 1990¹²).

L'âge des chercheurs semble assez peu jouer. L'effet positif de l'expérience et celui négatif de l'obsolescence des connaissances acquises pendant les études semblent à peu près se compenser, sauf à la sortie des études. En effet, en prenant la catégorie 40-44 ans comme référence, seule la tranche d'âge des 25-29 ans ressort significativement. Une augmentation de 1 % de cette population par rapport aux 40-44 ans augmenterait le nombre de brevets déposés de 1,2 %.

Tableau 2 : Effets de différents facteurs sur le logarithme (ln) du nombre de brevets

In(effectif des chercheurs)	0,328***
In(effectif de R&D, hors chercheurs)	0,044
In(dépenses de R&D hors personnel)	0,460**

Part des docteurs ingénieurs hors santé	0,00
Part des docteurs non ingénieurs (hors santé)	REF
Part des docteurs en santé	0,012
Part des ingénieurs	0,003
Part des masters et agrégations	-0,018***
Part des maîtrises et moins	0,003
Part des diplômes étrangers	0,006

Part des moins de 25 ans	0,01
Part des 25-29 ans	0,012**
Part des 30-34 ans	0
Part des 35-39 ans	0,004
Part des 40-44 ans	REF
Part des 45-49 ans	-0,008
Part des 50-55 ans	0,001
Part des plus de 55 ans	0,003

Part de la recherche appliquée	-0,002
Part du développement expérimental	REF
Part de la recherche fondamentale	-0,009*
In (effectif de l'entreprise)	0,068
Recherche pour la défense (0 est la REF)	-0,729**

Agriculture et agro-alimentaire	REF
Automobile	1,809**
Autres industries	1,560***
Aéronautique	-0,107
Chimie	-0,327
Énergie et autres extractions	0,246
Équipement radio et télécoms	0,654
Instruments de précision et médicaux	0,704
Machines et appareils électriques	0,927*
Machines bureau et informatique	0,253
Machines et équipements	1,625***
Pharmacie	0,53
Services Informatique et ingénierie	0,025
Transport et communications	0,364

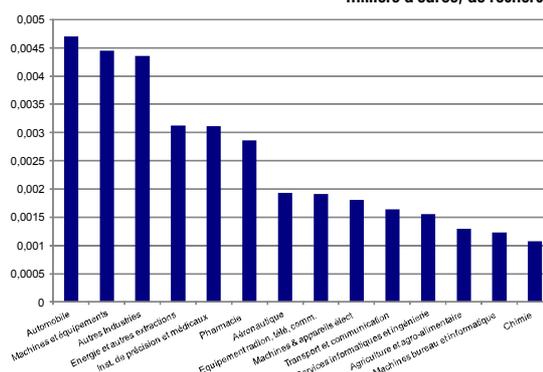
Légende : * significatif au seuil de 10 %, **significatif au seuil de 5 %, *** significatif au seuil de 1 %.

Lecture : REF désigne la modalité de référence : les coefficients associés aux autres modalités sont à lire comme étant la différence entre l'impact de ces modalités et celui de la modalité de référence.

Source : calcul des auteurs.

Par ailleurs, le secteur apparaît être un déterminant important du nombre de brevets, ce qu'on observe aussi directement en examinant le ratio du nombre de brevets aux dépenses de R&D par secteur (cf. graphique 3). Parmi les 5 secteurs où le nombre de brevets par dépenses de recherche est le plus élevé, on retrouve les 3 secteurs dont les coefficients ressortent significativement et positivement dans la régression (automobile, machines et équipements, autres industries). Enfin, faire de la R&D sous contrat avec le ministère de la défense fait baisser de 72 % le pourcentage de brevets déposés, impact fort mais en accord avec l'intuition (cf. Encadré 2).

Graphique 3 : moyenne par secteur du nombre de brevets par dépense (en milliers d'euros) de recherche



Source : enquête R&D et son volet chercheurs (2007).

(12) Griliches Z. (1990), "Patent Statistics and Economic Indicators : A survey", Journal of Economic Literature, American Economic Association, vol. 28(4), pp 1661-1707, December.

2.2.2 L'analyse économétrique ne permet pas de mettre en évidence un déficit de productivité des docteurs vis-à-vis des ingénieurs qui expliquerait la plus faible insertion des premiers

S'agissant de l'impact de la formation initiale, il n'apparaît pas de différence significative de productivité dans les fonctions de chercheur entre docteurs hors santé, ingénieurs et titulaires d'une maîtrise ou moins. Par ailleurs, cumuler un doctorat et une école d'ingénieurs n'apporterait pas de gain significatif pour la production d'inventions brevetables par rapport à chacune de ces formations prises séparément. Les diplômés de masters ou les agrégés seraient en revanche significativement moins productifs que ces catégories, une augmentation de 1 % de la part des docteurs au détriment des masters et agrégations conduisant à une augmentation du nombre de brevets déposés de 1,8 %. La meilleure performance des titulaires d'une maîtrise ou moins face aux masters et agrégations, *a priori* surprenante, pourrait s'expliquer par un effet de sélection, les premiers étant probablement le plus souvent d'anciens techniciens ayant bénéficié de promotions internes. Elle est

à mettre en relation avec la forte représentation de ces catégories de diplômés parmi les chercheurs (particulièrement les Bac+2 et moins, cf. graphique 2). Enfin, les docteurs en santé n'apparaissent pas significativement plus productifs que les autres catégories de diplômés.

La comparaison des productivités doit être complétée par celle des salaires pour juger si les docteurs sont victimes d'un biais de sélection, ainsi que le suggèrent certaines études¹³. Or, d'après la dernière enquête « Génération » du Céreq¹⁴, les docteurs scientifiques (hors santé) occupant un poste d'ingénieur ou de cadre technique en entreprise sont mieux rémunérés que les diplômés d'écoles d'ingénieurs occupant les mêmes fonctions, à ancienneté égale. À ces postes, le salaire net médian en 2007 pour un docteur diplômé en 2004 est de 2 380 €, alors qu'il est de 2 200 € pour un ingénieur diplômé la même année.

La demande des entreprises en docteurs n'apparaît donc pas sous-optimale, comparativement à celle des ingénieurs, dans les fonctions de R&D.

3. La faible insertion des docteurs dans la R&D privée reste à expliquer. Certaines pistes pourraient sans doute être exploitées utilement

Cette étude met en évidence, d'une part, que la faible présence des docteurs dans les équipes de R&D privées n'est pas spécifique à la France et, d'autre part, que les jeunes docteurs n'y sont pas défavorisés comparativement aux diplômés d'écoles d'ingénieurs en termes de salaires eu égard à leur productivité.

3.1 Améliorer l'insertion professionnelle des docteurs passe par une meilleure communication des écoles doctorales vers les étudiants et les entreprises

La forte hétérogénéité du taux de chômage par discipline suggère que l'orientation des étudiants devrait être améliorée. Il est crucial à cet égard que les étudiants envisageant de faire une thèse disposent d'une information aussi complète et comparable que possible sur les débou-

chés des différents doctorats, par discipline et école doctorale.

Parallèlement à cet effort d'information en direction des étudiants, les écoles doctorales devraient aussi améliorer leur communication, en particulier sur les critères de sélection et de validation du doctorat, auprès des entreprises, celles-ci ayant aujourd'hui du mal à cerner les compétences acquises au cours de la thèse. Il appartient aussi au docteur de mettre en avant ce qui, dans sa formation, sans avoir trait de façon spécifique à ses travaux de recherche, est valorisable pour une carrière dans le privé, en recherche ou pas (méthodologie de travail, capacité à conceptualiser, pratique de l'anglais...).

Tableau 3 : Taux de chômage des jeunes docteurs en France par discipline

	1999	2001	2004	2007	Moyenne sur la période
Mathématique, Physique	5 %	5 %	7 %	9 %	7 %
Mécanique, Électronique, Informatique, Science de l'ingénieur	2 %	2 %	6 %	6 %	4 %
Chimie	14 %	10 %	14 %	16 %	14 %
Science de la vie et de la terre	8 %	7 %	11 %	10 %	9 %
Droit, Science Économiques, Gestion	7 %	5 %	11 %	8 %	8 %
Lettres, Sciences Humaines	6 %	20 %	17 %	11 %	14 %
Ensemble des docteurs	7 %	5 %	11 %	10 %	8 %
Diplômés d'écoles d'ingénieurs	2 %	2 %	6 %	4 %	4 %

Source : Céreq, situation trois ans après l'obtention du diplôme des titulaires de doctorat en 1996, 1998, 2001, 2004.

(13) Harfi M., Auriol L. (2010), « Les difficultés d'insertion professionnelle des docteurs : les raisons d'une exception française » Centre d'analyse stratégique, *Note de veille* n°189, juillet.

(14) Calmand J., Epiphane D. et Hallier P. (2009), « De l'enseignement supérieur à l'emploi : voies rapides et chemins de traverse » *Notes Emploi Formation*, n°43, Octobre.

3.2 Remédier à la désaffection pour les filières de formation scientifique

En termes de formation de personnel de recherche, **l'enjeu est davantage d'orienter les jeunes vers les formations scientifiques en général que vers le doctorat en particulier.**

Selon des projections de la Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance¹⁵ (DEPP), les effectifs de l'enseignement supérieur scientifique (universités et ingénieurs hors universités) devraient reculer de 6,7 % entre 2009 et 2019, passant de 490 282 à 457 460 inscrits soit une réduction de 32 822 étudiants. La filière scientifique universitaire serait particulièrement touchée avec une baisse de 16,7 %, tandis que les formations d'ingénieurs en dehors de l'université verraient, quant à elles, leurs effectifs augmenter de près de 8 570 inscrits d'ici 2019 (soit +9,4 %). Cette baisse globale paraît d'autant plus inquiétante que, à la suite de plusieurs mesures de soutien à la R&D (Crédit Impôt Recherche, Jeunes Entreprises Innovantes, Programme d'investissements d'avenir...), les besoins en chercheurs, dans les spécialités scientifiques,

devraient sensiblement s'accroître dans les prochaines années.

Pour autant, les résultats de l'analyse économétrique ne justifient en rien de mettre davantage l'accent sur le nombre de docteurs que sur le nombre de diplômés d'écoles d'ingénieurs. Ils n'appellent pas non plus à inciter ces derniers à compléter leur formation par un doctorat. Par ailleurs, les filières courtes ne doivent pas être négligées : d'une part, la recherche nécessite non seulement des chercheurs mais aussi des techniciens et, d'autre part, certains de ceux-ci peuvent devenir de très bons chercheurs, comme le montre l'analyse économétrique. C'est donc l'ensemble des formations scientifiques supérieures qu'il faut promouvoir auprès des jeunes. Cela passe sans doute par des efforts très tôt dans la scolarité pour donner le goût des sciences.

Nicolas RIEDINGER

Meryam ZAIEM

(15) (2010), « Projection des effectifs de l'enseignement supérieur pour les rentrées 2010-2019 » *Note d'information*, n°10.07, Octobre.

Éditeur :

Ministère de l'Économie,
des Finances et de l'Industrie

Direction générale du Trésor
139, rue de Bercy
75575 Paris CEDEX 12

Directeur de la Publication :

Benoît COEURÉ

Rédacteur en chef :

Jean-Philippe VINCENT
(01 44 87 18 51)
tresor-eco@dgtresor.gouv.fr

Mise en page :

Maryse DOS SANTOS
ISSN 1777-8050

Derniers numéros parus

■ Octobre 2011

n°93. Quels enseignements tirer de la première mondialisation (1870-1914) ?
Violaine FAUBERT

Septembre 2011

n°92. Le chômage des jeunes : quel diagnostic ?
Pierre-Édouard BATARD, Emmanuel SAILLARD

Juillet 2011

n°91. La soutenabilité des finances publiques après la crise : quelle contribution de la réforme des retraites ?

Thomas LELLOUCH, Marie MAGNIEN, Stéphane SORBE

n°90. Comment expliquer la reprise de l'investissement en France malgré la faiblesse du taux d'utilisation des capacités de production ?

Matthieu FORESTIER

http://www.tresor.bercy.gouv.fr/TRESOR_ECO/tresoreco.htm