



HAL
open science

Les évolutions du système d'innovation et le marché du travail des jeunes scientifiques

Philippe Moguéro

► **To cite this version:**

Philippe Moguéro. Les évolutions du système d'innovation et le marché du travail des jeunes scientifiques. Economies et finances. Université de Bourgogne, 2004. Français. NNT : . halshs-00005204

HAL Id: halshs-00005204

<https://theses.hal.science/halshs-00005204>

Submitted on 12 Sep 2006

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



UNIVERSITE DE BOURGOGNE
UFR de Sciences économiques et de Gestion
IREDU (UMR CNRS 5192)



THESE

présentée par

Philippe MOGUEROU

pour l'obtention du grade de Docteur en Sciences économiques

LES EVOLUTIONS DU SYSTEME D'INNOVATION ET LE MARCHE DU TRAVAIL DES JEUNES SCIENTIFIQUES

VOLUME I

Directeur de thèse : Monsieur le Professeur **Jean-Jacques PAUL**

Soutenue publiquement le 7 octobre 2004

Jury :

M. Jean BOURDON, Professeur, IREDU, Université de Bourgogne.
M. Dominique FORAY, Professeur, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (rapporteur).
M. Jean-Alain HERAUD, Professeur, BETA, Université Louis Pasteur, Strasbourg I (rapporteur).
M. Jean-Jacques PAUL, Professeur, IREDU, Université de Bourgogne.
M. Eric VERDIER, Professeur, LEST, Université d'Aix-Marseille II.

© Philippe Mugu rou 2004

IREDU – Institut de recherche sur l’ ducation : Sociologie et Economie de l’Education
Université de Bourgogne, Pôle AAFE, Esplanade Erasme, B.P. 26513, F-21065 Dijon Cedex, France
Tél. +33(0)3 80 39 54 50, Fax +33(0)3 80 39 54 79, E-mail : iredu@u-bourgogne.fr, Web :
<http://www.u-bourgogne.fr/iredu/>

L'Université de Bourgogne n'entend donner aucune approbation ou improbation aux opinions émises dans les thèses. Celles-ci doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.

Remerciements

Ces quelques mots pour remercier mes amis et collègues qui m'ont soutenu, directement ou indirectement, durant la longue élaboration de cette thèse.

Que soient tout d'abord remerciés mes collègues et amis de (ou passés par) l'IREDU, et en particulier Ana Lucia, Julie, Nadia, Sandrine, Aurélien, Noël et Jake. Un merci également aux secrétaires (Brigitte, Aurore) et documentalistes (Sylvie, Bertille) pour leur aide. Merci enfin à mon directeur de thèse, Jean-Jacques Paul, pour la confiance qu'il m'a accordée.

Ces remerciements s'adressent également aux membres du SPRU, et en particulier au professeur Keith Pavitt, qui nous a hélas quitté depuis, qui avait eu l'occasion de m'accueillir lors de mon séjour doctoral « Marie Curie » à l'Université du Sussex.

Mes amis plus éloignés (tant géographiquement que « sectoriellement ») ont certainement également contribué à cette thèse (Bernard et Armel se reconnaîtront).

Je ne saurais oublier dans cette liste, pour leur soutien et leurs encouragements, mes parents et ma sœur.

Une pensée particulière à Myrian qui a réussi à me supporter durant la dernière phase, la plus délicate, de cette thèse.

P. M.

Sommaire

Introduction	8
Chapitre 1 Les spécificités du marché du travail scientifique : les interactions entre l'offre et la demande à l'origine de la dynamique cyclique	16
Section I. Les processus de production des scientifiques	17
1.1. Une longue tradition de travaux économiques de prévisions des besoins en main-d'œuvre scientifique : d'une théorisation « aisée »	18
1.1.1. Les premiers modèles d'équilibre offre-demande	18
1.1.2. La convergence vers l'équilibre « en toile d'araignée »	20
1.1.3. Hypothèse 1. Les anticipations de salaires	24
1.1.4. Hypothèse 2. L'immobilité professionnelle	32
1.2. ...à une évaluation empirique plus délicate	34
1.2.1. De perspectives nationales	34
1.2.2. ...à des considérations de mobilité internationale	43
Section II. Cyclicité du marché du travail des docteurs en France et aux États-Unis sur les deux dernières décennies : études de cas	58
2.1. Le marché du travail des docteurs aux États-Unis	58
2.1.1. L'offre : la production de docteurs sur longue période	59
2.1.2. Quels effets de la production des diplômés de doctorat sur les conditions du marché du travail scientifique ?	64
2.1.3. Les transformations récentes du marché du travail académique	90
2.2. Cyclicité du marché du travail des docteurs en France	94
2.2.1. Quels effets de la disponibilité et du montant des financements de thèse sur la production de diplômés ?	100
2.2.2. Quels effets des conditions du marché du travail ?	109
2.2.3. Une mesure des effets disciplinaires sur les conditions d'emploi, toutes choses égales par ailleurs	119
Conclusion	123
Chapitre 2 Transitions sur le marché du travail scientifique français : quelles transformations actuelles des carrières des jeunes scientifiques ?	125
Section I. Des conditions de réalisation de thèse variées à impact potentiellement différencié sur l'insertion	128
1.1. Présentation de la base de données Irédu (2001)	129
1.1.1. Quelques caractéristiques de l'échantillon	131
1.1.2. Universités et laboratoires d'accueil	135
1.1.3. Les conditions de réalisation de la thèse	137
1.2. Taux d'abandon et durée de la thèse	140
1.2.1. Une revue sélective de la littérature : quelques résultats théoriques et empiriques	141
1.2.2. Taux d'abandon et la durée des thèses en France : des différences institutionnelles ou individuelles ?	145
Section II. Une combinaison complexe de variables explique la dynamique d'insertion des docteurs	183

2.1. Une transition thèse-emploi parfois difficile : le rôle du post-doc.....	184
2.1.1. La situation des post-doctorants (français) aux États-Unis.....	187
2.1.2. Emplois temporaires, post-doc et emplois à durée indéterminée en France.....	189
2.1.3. Caractéristiques des post-doctorants français.....	192
2.1.4. Les déterminants du départ en post-doc : résultats des estimations.....	198
2.2. Les emplois des docteurs : quels sont les facteurs déterminants de l'insertion ?.....	233
2.2.1. Les emplois des docteurs entre trois et cinq ans après la soutenance : les docteurs, tous des chercheurs ?.....	233
2.2.2. Les modes d'accès à l'emploi : dénouer la complexité des facteurs affectant l'insertion.....	240
Conclusion	297
Chapitre 3 Perspectives théoriques et empiriques des transformations récentes des systèmes d'innovation	303
Section I. Innovation et emploi : des thèses évolutionnistes aux thèses néoclassiques	306
1.1. Innovation, changement technique, main-d'œuvre scientifique : quelques éclairages théoriques à la lumière des thèses évolutionnistes	310
1.1.1. Information vs. connaissance.....	310
1.1.2. La connaissance, un bien public ?.....	313
1.1.3. Les mécanismes correctifs.....	316
1.1.4. Connaissances tacites vs connaissances codifiées.....	320
1.2. Les modèles de la croissance endogène	327
1.2.1. Repérages théoriques : les modèles canoniques.....	328
1.2.2. R&D et croissance économique : effets « d'échelle » et dimensionnement optimal du secteur de la R&D.....	331
1.2.3. Pourquoi les scientifiques et ingénieurs ne contribuent pas significativement à la croissance économique ?.....	337
1.2.5. Une réévaluation des thèmes de l'économie de la connaissance ou une vision réductrice de vieux thèmes d'économie politique ?.....	345
Section II. Le système d'innovation français en perspective : quelques faits stylisés	348
2.1. Les dépenses de R&D : mesures et implications	348
2.1.1. Dépenses intérieures de recherche et développement : éléments de comparaisons internationales.....	349
2.1.2. Les sources de financements de la R&D.....	356
2.1.3. Les secteurs d'exécution de la R&D.....	365
2.1.4. Structure et financement de la R&D française : quelques spécificités.....	367
2.2. Performances scientifiques et technologiques françaises : un bref aperçu	371
2.3. La main-d'œuvre scientifique : tentatives d'évaluation	376
2.4. Collaborations public-privé : quels liens science-industrie ?	383
Conclusion	396
Chapitre 4 De l'existence d'un marché du travail scientifique intermédiaire à l'intersection de deux communautés scientifiques, chercheurs publics-chercheurs privés, aux comportements bien spécifiques	397
Section I. Le travail de recherche pendant la thèse	399
1.1. Présentation des variables utilisées et de quelques résultats	399
1.2. Les déterminants de la productivité en thèse : résultats des estimations	406
1.2.1. Les publications.....	406
1.2.2. La participation à des conférences.....	413
1.2.3. Une mesure de la productivité moyenne en thèse.....	416
1.3. Collaboration dans les activités de publications durant la thèse : résultats des estimations	422
1.3.1. Les modèles : traiter le problème de sélection.....	422
1.3.2. Quelques résultats : financements « publics » et laboratoires associés au CNRS favorisent la collaboration avec le secteur privé.....	423

1.4. Une analyse des perspectives de carrières en début de thèse	428
1.4.1. Quelques résultats descriptifs	428
1.4.2. Les perspectives de carrières dans le secteur de la R&D privée : résultats des estimations, ensemble des disciplines.....	430
1.4.3. Les perspectives de carrières dans le secteur de la R&D privée : résultats des estimations par grande discipline.....	436
Section II. Activités de recherche et rémunérations des post-doctorants	439
2.1. Diversité des conditions et des activités de recherche des post-doctorants français	440
2.2. Les rémunérations des post-doctorants	444
2.2.1. Les estimations réalisées : méthode de Heckman en deux étapes vs. maximisation jointe de la fonction de vraisemblance	446
2.2.2. L'influence de la localisation : les post-doctorants aux Etats-Unis gagnent 50% de plus que les post-doctorants restés en France	448
2.2.3. Les effets de la discipline : les sciences de la vie, faiblement rémunérés	449
2.2.4. Les effets de quelques autres variables explicatives et l'équation de sélection	450
Section III. Les conditions d'emploi et de travail des jeunes scientifiques : diversifiées mais typifiées par secteur	454
3.1. Satisfaction au travail et rémunérations des jeunes scientifiques	456
3.1.1. La satisfaction au travail : une mesure non conventionnelle de l'état du marché du travail	457
3.1.2. La satisfaction au travail des docteurs aux Etats-Unis à l'aide de données individuelles de la NSF	463
3.1.3. Le cas des docteurs français : étude de la satisfaction à partir des données de l'enquête Irédu (2001).....	495
3.2. Activités de R&D, autonomie et contraintes ressenties selon l'appartenance aux trois communautés scientifiques	540
3.2.1. Les activités de R&D sont structurées selon le « secteur » et la possession ou non du titre d'ingénieur	540
3.2.2. ... tout comme le sont la réalisation de contrats de recherche et la participation à des réseaux scientifiques	543
3.2.3. Autonomie et contraintes ressenties : les chercheurs du secteur intermédiaire, chercheurs académiques sans l'autonomie ?	547
3.2.4. Les activités autres que la R&D.....	551
3.3. L'activité de publications des jeunes chercheurs	552
3.3.1. Publier, une activité à intensité variable : les variables explicatives du nombre de publications	553
3.3.2. Publier, une activité collaborationniste : les déterminants de la collaboration dans les publications	562
Conclusion	569
<i>Conclusion</i>	573
<i>Bibliographie</i>	584
<i>Glossaire des abréviations</i>	633
<i>Table des matières</i>	635
<i>Liste des tableaux</i>	640
<i>Liste des figures</i>	645

NB : la table des matières détaillée se trouve à la fin du volume II, p. 635.

Introduction

Dans le cadre de l'internationalisation croissante des économies et de l'importance grandissante de la connaissance pour la croissance économique, les ressources humaines scientifiques et technologiques deviennent un enjeu crucial pour les économies. Les pays développés, aux premiers rangs desquels figurent les pays européens et les Etats-Unis¹, visent à accroître leur attractivité pour capter² une part croissante de la main-d'œuvre hautement qualifiée. Les migrations scientifiques et technologiques internationales participeraient ainsi à l'émergence d'un marché du travail scientifique plus internationalisé, dont les frontières nationales s'estompent, plus concurrentiel, entre pays mais également au sein des différents pays, et plus uniforme, dont les normes d'emplois, les carrières et les structures institutionnelles se rapprochent tout en se transformant. Ces évolutions se situent dans les transformations plus générales qui affectent les systèmes nationaux d'innovation.

En Europe, les ressources humaines pour la science et la technologie se trouvent au cœur du processus d'intégration. En effet, la déclaration de Bologne signée par les Ministres de l'éducation de 29 pays européens en juin 1999, visant à établir d'ici 2010 l'espace européen de l'enseignement supérieur³ (*European Higher Education Area*), et l'adoption par la Commission Européenne de la communication proposant la création de l'espace européen de la recherche (*European Research Area*) en janvier 2000, se rejoignent pour souligner l'importance de la recherche, comme partie intégrante de l'enseignement supérieur en Europe, et particulièrement l'importance de la formation à la recherche. C'est tout le sens du communiqué « Realising the European Higher Education Area » adopté à la suite de la

¹ Les débats sur la fuite des cerveaux ne sont pourtant pas nouveau puisqu'ils se sont développés, comme on le verra dans le chapitre 1, dès les années 60 bien évidemment entre pays développés et pays en développement, mais pas seulement puisque de telles préoccupations étaient traditionnellement présentes au Canada et au Royaume-Uni. Ces débats semblent cependant se raviver depuis quelques années entre les USA – plus enclins à parler de brain circulation ou de brain gain – et l'Europe – inquiète du brain drain qu'elle subirait.

² Pour maintenir sur leur sol ou pour rapatrier les talents qui auraient pu fuir...

³ Engagement réaffirmé, et dont les objectifs ont été élargis, à la conférence de Prague du 19 mai 2001. Récemment, le 19 septembre 2003, les Ministres, de 33 pays cette fois, se sont de nouveau réunis à Berlin pour évaluer les progrès vers l'EHEA et fixer de nouvelles priorités.

dernière réunion des Ministres à Berlin en septembre 2003. Dans les actions additionnelles à promouvoir – dans une section intitulée « European Higher Education Area and European Research Area - The two pillars of the knowledge based economy » – il est souligné que :

“Conscious of the need to promote closer links between the EHEA and the ERA in a Europe of Knowledge [...] Ministers consider it necessary to go beyond the present focus on two main cycles of higher education to include the doctoral level as the third cycle in the Bologna Process. They emphasise the importance of research and research training [...]. Ministers call for increased mobility at the doctoral and postdoctoral levels [...]” (“Realising the European Higher Education Area”, Communiqué of the Conference of Ministers responsible for Higher Education, in Berlin on 19 September 2003, p. 7).

La formation à la recherche – doctorale et post-doctorale – est donc au cœur des interrogations sur les transformations affectant les universités, et plus généralement le secteur de l’enseignement supérieur, et sur la contribution de la recherche et des chercheurs à l’innovation et aux progrès de la connaissance. Les doctorants (et post-doctorants) sont, de ce point de vue, un groupe très particulier qui se situe à l’intersection de – et qui fait le lien entre – l’Europe de la recherche et de l’Europe de l’enseignement supérieur.

Notre hypothèse est qu’on assiste à l’émergence d’un marché du travail scientifique « intermédiaire », à l’intersection du secteur académique « traditionnel » et du secteur privé, qui permet de répondre aux transformations actuelles du système d’innovation « à moindre coût ». Le marché du travail scientifique est en effet de nature particulièrement cyclique, des phases d’expansion succédant à des phases de repli, cette cyclicité s’expliquant principalement par la durée particulièrement longue du processus de production des scientifiques. Les ajustements entre l’offre et la demande peuvent alors passer par plusieurs canaux, tout l’enjeu étant de s’assurer que ces ajustements se font « à moindre coût »⁴, c’est-à-dire, entre autre, dans une durée minimale. Face à un écart entre offre et demande, dont nous ne précisons pour l’instant ni les modalités ni la source, soit l’ajustement se produit au niveau national⁵ – face à un écart négatif entre offre et demande, cet ajustement est coûteux car il s’inscrit dans une durée particulièrement longue, durée nécessaire pour augmenter la production de scientifiques, ou difficile voire impossible, et dans ce cas une partie de la demande reste insatisfaite ; face à un écart positif, l’ajustement est douloureux car il implique l’existence de chômage temporaire, des ajustements sectoriels de l’emploi ou des salaires –,

⁴ Ce terme est à considérer au sens large tel que l’appréhende la science économique.

⁵ Nous restons très schématique. Notre propos n’est pas ici de présenter toutes les modalités d’ajustement possibles, mais d’illustrer à gros traits le fonctionnement du marché du travail scientifique.

soit l'ajustement s'effectue au niveau international – par les migrations scientifiques internationales, temporaires ou permanentes, également sources de coûts au niveau aussi bien microéconomique que macroéconomique. Dans un contexte d'accélération de l'innovation mais également face à des processus d'innovation plus complexes, cet enjeu devient crucial pour la compétitivité d'une économie. L'émergence d'un marché du travail scientifique « intermédiaire », dont les spécificités seront à préciser, mais dont l'une des caractéristiques essentielles est sa flexibilité, flexibilité touchant probablement davantage les « jeunes » chercheurs « en formation » que les chercheurs confirmés, permet de répondre à ces évolutions de façon, sinon optimale, du moins à moindre coût pour les acteurs participant aux processus d'innovation.

Quelles sont alors les transformations qui affectent le marché du travail scientifique français dans ce nouveau contexte ? Assiste-t-on effectivement à l'émergence d'un marché scientifique intermédiaire qui permettrait de lisser les écarts de fluctuations entre offre et demande d'emploi scientifique ? Quelles caractéristiques ont les emplois de ce « nouveau » secteur ? Quel impact en attendre sur la carrière des scientifiques ? Et quel rôle joue-t-il, ou peut-il potentiellement jouer, dans le système d'innovation ? Ce sont quelques-unes des questions auxquelles nous allons tenter de répondre tout au long de cette thèse. Nous nous intéresserons spécifiquement ici au marché du travail des jeunes scientifiques français titulaires d'un doctorat, sans nous interdire des comparaisons internationales quand elles seront nécessaires et adaptées pour compléter, confirmer ou infirmer nos conclusions. Le cas des Etats-Unis sera alors souvent privilégié, ce pays jouant un rôle déterminant et étant souvent pris comme modèle en matière de science et de technologie.⁶

Le marché du travail scientifique est un marché spécifique dont les fluctuations sont cycliques. Comment caractériser (expliquer, prévoir) les processus de production des scientifiques dans un système d'innovation en évolution rapide et dans le cadre d'une internationalisation croissante de la science ? Nous présentons dans le premier chapitre les évolutions récentes ayant affecté le marché du travail scientifique français. Cette étude prend pour « référence » la situation du marché du travail scientifique américain et les transformations récentes qu'il a connues. Ce point de référence est justifié de deux manières : d'une façon positive, le système scientifique américain est un pôle d'attraction indéniable

⁶ Ce choix est en outre moins un choix « politique » qu'un choix « opportuniste » de par la grande disponibilité – surtout relative, compte tenu de la difficulté à obtenir des informations pour la plupart des autres pays de l'OCDE – des études et des données qui le concerne.

pour les scientifiques du monde entier et particulièrement pour les jeunes scientifiques. D'une façon moins positive (pour ne pas dire négative) puisque les données sont d'une disponibilité et d'une qualité bien supérieures à ce qui existe dans la plupart des autres pays. Notre étude est ici macroéconomique, dans le sens où on fournit un certain nombre d'indicateurs permettant d'avoir une vision d'ensemble du marché du travail scientifique, tout en s'appuyant sur des données le plus souvent individuelles. Cette perspective macro et ces données individuelles fournissent un cadre original d'analyse. A cette opposition macro-individuel s'ajoute une autre distinction : ce chapitre s'appuie bien évidemment sur les nombreux travaux théoriques qui ont été entrepris depuis cinquante ans sur la cyclicité du marché du travail scientifique. Ce cadre théorique « classique » pour l'économie du travail est donc complété par une étude empirique des évolutions récentes – disons sur les 20 dernières années – des deux marchés du travail français et américains. Pour la partie empirique, les données utilisées sont, pour les USA, des données de la NSF (individuelles pour les quelques modèles estimés et globales pour les flux), et pour la France, les données du Ministère et du Céreq. Nos résultats confirment que le marché du travail scientifique est bien cyclique sur la période considérée. En France, à une certaine surproduction de diplômés de doctorat dans certaines disciplines a succédé une désaffection pour les carrières scientifiques dans la période récente. Pour les USA on montre qu'il existe également un phénomène de cyclicité mais que des transformations plus profondes semblent affecter les carrières scientifiques aujourd'hui, sur deux segments principaux (qui sont intimement liés) : le marché académique et le marché de la formation postdoctorale. Cette perspective macroéconomique du marché du travail scientifique, pour importante qu'elle soit dans la mise en œuvre pratiques des politiques d'offre de scientifiques⁷, n'est cependant pas suffisante pour comprendre les transformations ayant « récemment » affecté ce marché du travail. Si on arrive à percevoir les transformations à l'œuvre actuellement, et notamment l'existence et le développement d'un marché du travail « intermédiaire », c'est plutôt de façon qualitative et incertaine. C'est notamment le cas pour la France où le manque de données globales se fait sentir sur ce point. C'est pourquoi on tente de comprendre les déterminants des carrières scientifiques aujourd'hui en France. C'est l'objet du second chapitre.

Les carrières des scientifiques vont en effet nous préoccuper dans le second chapitre. Il convient de comprendre les caractéristiques des emplois scientifiques actuels mais plus

⁷ Ou comme le dit Romer (2000, p. 33) : « [...] understanding the behavior of the market for Ph.D.s is critical to the formulation of policy concerning the supply of scientists and engineers ».

globalement le déroulement des carrières des jeunes scientifiques pour tenter de percevoir de façon plus fine, comparativement à ce qui a été fait dans le chapitre premier (de manière à infirmer, à confirmer ou à compléter certains points ou certaines interrogations qui y ont été soulevés) les évolutions actuelles et leurs conséquences prévisibles. A la perspective macro du premier chapitre succède donc une perspective uniquement individuelle. Les données utilisées sont majoritairement – mais pas uniquement – issues de l'enquête Irédu 2001. La perspective sera donc ici plus franco-française sans que nous nous interdisions de faire certaines références aux modèles étrangers. En revanche nous gardons la perspective de l'économie du travail. Nous examinons ici les comportements microéconomiques individuels des docteurs scientifiques. Nous tentons de décrire le déroulement des carrières scientifiques actuelles en distinguant trois phases « classiques ». La première phase est la période de thèse durant laquelle le chercheur en formation acquiert sa maîtrise scientifique de base. Cette période de thèse est semée d'embûches. Nous étudions deux variables synthétiques de la situation des apprentis chercheurs : la durée des thèses et l'abandon en thèse (qui peuvent être par ailleurs considérées comme deux variables d'ajustement du marché du travail scientifique). Cette étude nous permet de comprendre, dans une certaine mesure, les comportements individuels en matière d'abandon et de durée de thèse. A cette période de thèse succède, le plus souvent – il conviendra de savoir dans quelle proportion et pour quelle durée – la période post-doctorale. Cette période devenue classique (indispensable ?) dans certaines disciplines est une période spécifique au marché du travail scientifique. On tentera de définir précisément ce que sont (et ce que ne sont pas) ces emplois post-doc. On modélisera les comportements individuels des post-doctorants français en tentant de comprendre la décision de départ et de localisation en postdoc. Les résultats qui seront présentés vont confirmer, de manière indirecte, les transformations mises en évidence dans le premier chapitre (et entre autres l'attractivité du marché postdoctoral américain pour les jeunes scientifiques français). La dernière étape de la carrière des scientifiques mise en évidence concerne les emplois post-post-doctoraux. On verra qu'une grande proportion de docteurs sont, sans surprise, chercheurs. On tentera de quantifier et de définir les contours de la profession de chercheur aujourd'hui en nous livrant à une classification de ces emplois en trois « secteurs » : les emplois d'enseignants-chercheurs à l'université et de chercheurs dans un grand organisme de recherche publique, les emplois de chercheurs ou d'ingénieurs de recherche dans le secteur privé et les emplois de chercheurs du secteur « intermédiaire ». Si les deux premières catégories sont « évidentes » à distinguer, il n'en est pas de même de la troisième. On tentera justement de la définir. On verra qu'elle se rapproche de la catégorie des emplois post-doctoraux étudiés précédemment.

La perspective de l'économie du travail choisie jusque là, dans les deux premiers chapitres, sera utilement complétée par les analyses de la seconde partie qui adoptera davantage la perspective de l'économie de l'innovation et qui tentera de combiner les deux perspectives. La formation des chercheurs n'est en effet pas uniquement une question relevant du niveau individuel – par ses effets sur le salaire, la productivité ou la carrière des chercheurs – mais également une question relevant du système économique et social dans son ensemble. Education, mobilité, diffusion et changement technique sont en effet intimement liés. Les deux chapitres précédents ne nous permettent pas de spécifier véritablement les caractéristiques du secteur intermédiaire du marché du travail scientifique qui ne se distinguera pas vraiment jusque là du marché post-doctoral. Ce segment devra donc tout particulièrement être étudié plus en détail pour comprendre ses spécificités et le rôle qu'il joue, et dans le système national d'innovation, et au niveau individuel par son influence sur les modalités et conditions d'emploi des jeunes scientifiques.

Le chapitre troisième viendra utilement compléter la vision des transformations à l'œuvre sur le marché du travail scientifique offerte par les deux premiers chapitres. Au niveau théorique, il est en effet indispensable de comprendre le rôle spécifique joué par les scientifiques et ingénieurs dans les économies contemporaines et en particulier leur rôle dans la croissance économique. Des travaux récents regroupés sous le label de la « croissance endogène » ont abordé cette question et seront présentés. Ils seront complétés par les travaux liés à l'économie de l'innovation, à l'économie de la science et plus généralement ce qui est regroupé sous l'appellation de « recherches évolutionnistes ». Qu'ont à dire l'ensemble de ces travaux – néoclassiques standards et évolutionnistes – sur les transformations actuelles des systèmes nationaux d'innovation ? Quel impact peut-on en attendre sur le marché du travail scientifique ? Décèle-t-on en particulier les contours d'un marché du travail scientifique intermédiaire ? Cette partie théorique sera enrichie par une étude plus empirique de l'innovation et de la R&D en France dont la situation sera mise en perspective par rapport à quelques autres grandes économies développées. Les données « standardisées », de l'OCDE en particulier, seront utilisées à cette occasion. L'accroissement des liens entre la science et l'industrie et la complexification croissante des processus d'innovation – deux éléments dont l'importance et la généralité sont à démontrer – peuvent fournir une explication plus solide quant à l'émergence et le développement du marché du travail scientifique intermédiaire dont les deux premiers chapitres ne fournissaient que de fortes suspicions. On montre qu'un certain nombre d'éléments peuvent expliquer l'accroissement des relations entre le secteur

académique et le secteur privé, et donc le développement, à l'intersection des deux sphères, d'un marché du travail scientifique intermédiaire.

Le quatrième chapitre tente de combiner les apports de l'économie du travail, approche adoptée dans les deux premiers chapitres, et ceux des travaux sur l'innovation⁸, pour expliquer le développement, et préciser les caractéristiques, d'un marché du travail scientifique intermédiaire à l'intersection des deux communautés scientifiques traditionnellement opposée que sont les chercheurs du secteur académique et ceux du secteur privé. Ce chapitre, de nature plus particulièrement empirique, tente de spécifier les caractéristiques de ce marché du travail en examinant l'activité de R&D des jeunes chercheurs français à l'aide de l'enquête Irédu 2001. On reprend à cette occasion les trois étapes de la vie d'un jeune chercheur. L'analyse de la période de thèse – et notamment des conditions de recherche en thèse et des perspectives de carrières – essaie de montrer qu'un certain nombre d'éléments sont déjà présents et orientent le chercheur en formation vers tel ou tel « secteur » particulier. Les conditions d'emploi des post-doctorants, et notamment des post-doctorants français restés en France, démontrent l'existence d'un segment spécifique du marché du travail post-doctoral qui le rapproche probablement, tout en l'en distinguant, du secteur intermédiaire. Une analyse de la satisfaction au travail tente de synthétiser les résultats obtenus jusque-là. En effet, la satisfaction au travail peut être considérée comme une variable synthétique de phénomènes aussi bien individuels qu'institutionnels. Nous tentons de modéliser la satisfaction au travail avec des variables relevant de la « sphère » du travail et de la « sphère » de l'innovation. Peut-on alors opposer, et si oui dans quelle mesure, dans cette perspective, les chercheurs « traditionnels » - du secteur académique et du secteur privé – à des chercheurs d'un genre « nouveau » n'appartenant pas, stricto sensu, aux deux communautés précédentes ? Deux études de cas détaillées seront présentées pour tenter de répondre à ces questions. Nous étudierons en effet les déterminants de la satisfaction au travail des docteurs aux Etats-Unis à l'aide de données microéconomiques de la NSF et ceux des docteurs français à l'aide des données de l'enquête Irédu (2001). L'étude des caractéristiques des emplois et des activités de R&D des chercheurs selon la typologie proposée ci-dessus – chercheurs du secteur académique, du secteur privé et du secteur intermédiaire – cherche à confirmer l'existence et les spécificités de chacun de ces trois segments. Nous analyserons en détail les caractéristiques des emplois et des activités de R&D des jeunes chercheurs français (orientation et activités de recherches, réalisation de contrats de

recherche, participation à des réseaux scientifiques, autonomie et contraintes ressenties, objectifs à réaliser...) selon la typologie proposée. Nous analyserons également en détail les déterminants du nombre de publications et les profils de collaboration au niveau des publications. Cela nous permettra de voir si l'interprétation en termes de communautés scientifiques est justifiée, et si oui, dans quelle mesure. Nous pourrions également à l'aide de quelques-unes de ces variables comparer les post-doctorants, et notamment les post-doctorants restés dans leur laboratoire de thèse, aux chercheurs du secteur intermédiaire, et conclure quant aux ressemblances/dissimilitudes entre ces deux populations.

⁸ Pour dire vite et de façon volontairement simplificatrice...

Chapitre 1

Les spécificités du marché du travail scientifique : les interactions entre l'offre et la demande à l'origine de la dynamique cyclique

L'étude du marché du travail scientifique, comme marché du travail particulier, est issue d'une longue tradition de travaux économiques, tant théoriques qu'empiriques. C'est essentiellement après la seconde guerre mondiale que les premiers modèles théoriques ont été développés et que les premières tentatives d'évaluation empirique de l'état du marché du travail scientifique et technologique sur données américaines ont été entreprises, dans la majorité des cas et dans un premier temps de façon généralement dissociée, les premiers étant le fruit d'économistes universitaires, les secondes étant propres aux instituts statistiques nationaux aux premiers rang desquels figurent la National Science Foundation américaine. De nombreux développements vont ensuite être entrepris durant les années 60 et 70, avant de se faire plus discrets dans les années 80, pour revenir, d'une certaine façon, sur le devant de la scène durant les années 90. Alors que les analyses théoriques paraissent suivre un cheminement relativement logique qui consiste à lever, progressivement, les hypothèses restrictives entravant une analyse complète et approfondie des mécanismes du marché du travail scientifique, les préoccupations des études empiriques semblent davantage fluctuer au gré des préoccupations nationales et internationales.

Dans une première section, nous présentons une revue sélective des travaux essentiels ayant jalonné l'histoire de l'analyse des processus de production des scientifiques et des ingénieurs. A cette occasion, nous mettons en évidence les principales variables expliquant le caractère cyclique du marché travail scientifique.

Dans une seconde section, nous entreprenons une étude systématique des évolutions récentes ayant affecté les marchés du travail scientifiques français et américains. Nous tentons de déterminer, dans une perspective « macro », à l'aide d'une étude empirique basée sur

plusieurs sources de données françaises et américaines, quels sont les facteurs susceptibles d'expliquer les fluctuations récentes de l'offre de scientifiques.

Section I. Les processus de production des scientifiques

Les principaux développements théoriques et empiriques permettant de comprendre les processus de production des scientifiques sont présentés dans cette section.

Dans un premier temps, la longue tradition des travaux théoriques, très majoritairement économiques, ayant pour objet l'analyse des fluctuations des marchés du travail des scientifiques et des ingénieurs, est exposée. Nous regroupons ces modèles sous les termes de « travaux économiques de prévisions des besoins en main-d'œuvre scientifique » car, même si leur point de départ était l'étude théorique des ajustements entre offre et demande sur le marché du travail scientifique, leurs conclusions ont souvent servi d'appui à des analyses empiriques tentant d'évaluer l'importance de l'écart entre offre et demande et à des études cherchant à déterminer les principaux facteurs susceptibles d'affecter cet écart.

Dans un second temps, les études empiriques sont présentées, dans une double perspective. D'une part, quelques études nationales aux préoccupations diverses, aux champs d'analyse variés et aux conclusions parfois opposées sont étudiées. D'autre part, les considérations internationales en matière de main-d'œuvre scientifique et technologique sont plus particulièrement analysées. En effet, l'apparition des études sur le *brain drain*, particulièrement nombreuses, est concomitante à l'émergence des préoccupations de certains pays concernant un déficit en main-d'œuvre scientifique. Mais c'est plus généralement des considérations de mobilité internationale qui ont conduit plusieurs organisations internationales à entreprendre des travaux statistiques, de collecte, de standardisation et d'analyse des données dans ce domaine.

1.1. Une longue tradition de travaux économiques de prévisions des besoins en main-d'œuvre scientifique : d'une théorisation « aisée »...

Une longue tradition de travaux économiques s'est établie depuis la fin des années 50 dans le domaine de la prévision des besoins en scientifiques et ingénieurs. Les premiers travaux académiques remontent aux travaux pionniers de Blank et Stigler (1957) et Arrow et Capron (1959), en passant par les multiples articles de Richard Freeman dans les années 70, travaux qui ont été suivis par quelques développements théoriques permettant d'enrichir le modèle simple du cobweb. Les travaux appliqués ont également été nombreux, principalement le fruit des ministères du travail ou des ministères de l'éducation et de la recherche des différents pays. Enfin, des études récentes se sont spécifiquement focalisées sur les besoins de main-d'œuvre en technologies de l'information et de la communication.

Nous allons examiner quatre points successifs. Une brève présentation des modèles historiques d'équilibre offre-demande de main-d'œuvre, à la néoclassique, est esquissée dans la section 1.1.1. Les modèles à la cobweb plus sophistiqués, issus de ces premiers développements mais qui s'inscrivent dans la science économique des années 70-80, sont ensuite examinés (1.1.2.). Les sous-sections suivantes présentent alors la levée de deux des hypothèses cruciales des modèles à la cobweb et leurs conséquences théoriques. La première concerne la nature des anticipations de salaires (1.1.3.) alors que la seconde se focalise sur les aspects de mobilité professionnelle (1.1.4.).

1.1.1. Les premiers modèles d'équilibre offre-demande

Les premiers modèles théoriques expliquant les évolutions cycliques de l'offre de scientifiques et d'ingénieurs ont été développés par Blank et Stigler (1957) et Arrow et Capron (1959) à la fin des années 50 dans une perspective néoclassique standard. L'offre de scientifiques est en effet apparue comme une préoccupation macroéconomique et macrosociale, et plus globalement comme une préoccupation géopolitique majeure, durant les années 50 au début de l'ère Sputnik.⁹ Hansen (1961) résume bien ces préoccupations :

« Whether or not shortages of highly educated and trained personnel, such as engineers and scientists, existed or were serious in recent years has been the subject of widespread discussion

⁹ Le lancement de Sputnik I date de 1957.

and indeed controversy. Typically, this discussion focuses on the question of whether there ought to be more engineers and scientists, in terms of our competition with the Russians, for example. » (Hansen 1961 p. 251).

La définition d'un déficit en main-d'œuvre retenue par Blank et Stigler (1957) est la suivante :

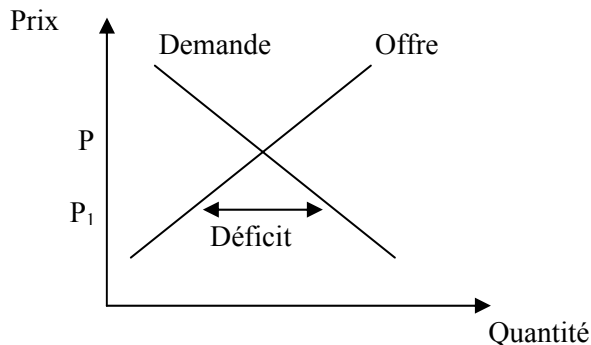
« A shortage exists when the number of workers available (the supply) increases less rapidly than the number demanded at the salaries paid in the recent past. Then salaries will rise, and activities which once were performed by (say) engineers must now be performed by a class of workers who are less trained and less expensive » (Blank et Stigler 1957 p. 24).

Cette définition est simplement l'application des concepts Marshalliens d'offre et de demande globales appliqués à un marché particulier, le marché des scientifiques et des ingénieurs. En termes de statique comparative dans un cadre d'équilibre partiel – ce sont les hypothèses implicitement retenues par l'ensemble de ces contributions –, les ajustements entre offre et demande sur le marché du travail en question vont s'opérer comme pour n'importe quel autre marché, par les ajustements de prix. Arrow et Capron (1959) notent ainsi, dans une pure tradition néoclassique :

« If P_1 is the initial price, we expect the existence of a shortage to raise the price gradually to the equilibrium value P . During the process the shortage decreases to zero. The shortage can persist only if the price is held at some value such as P_1 by an outside force, such as price control. In that case we have a shortage due to a fundamental imperfection of the market. » (Arrow et Capron 1959 p. 294).

Le graphique correspondant s'établit ainsi :

Figure 1. Offre et demande de scientifiques : le graphique en ciseaux d'Arrow et Capron.



Toute modification de la demande – issue d'un choc exogène dont nous n'analysons pour l'instant pas les causes – se traduit ainsi par une transformation des conditions d'équilibre sur le marché du travail scientifique. Une hausse de la demande va par exemple se traduire par une augmentation du prix de la main-d'œuvre scientifique et par un ajustement progressif des quantités. L'ajustement et le retour à l'équilibre prend en effet un certain temps. La relative rigidité de l'offre à court terme rend ainsi un ajustement immédiat impossible. Deux conclusions normatives étaient alors énoncées par exemple par Arrow et Capron (1959). D'une part, il était rappelé, comme le souligne la citation précédente, que toute entrave à l'ajustement et au retour automatique vers l'équilibre devait être proscrite, en particulier que le mécanisme d'ajustement par les prix devait pouvoir opérer à court-terme. D'autre part, l'ajustement à long terme devait être permise, dans les meilleures conditions, par une augmentation (diminution) de l'offre en cas de déficit (surplus) de main-d'œuvre.

1.1.2. La convergence vers l'équilibre « en toile d'araignée »

C'est ce processus de convergence vers un nouvel équilibre dans des modèles « dynamisés » qui est analysé plus en détail par Freeman dans ces différents travaux à partir de son modèle initial présenté dans son livre de 1971. En vertu du principe qui veut qu'on ne change pas une formule qui gagne¹⁰, le modèle récursif utilisé pour analyser le marché du travail des ingénieurs est ensuite appliqué par l'auteur à un grand nombre de secteurs disciplinaires ; entre autres à la psychologie (Freeman 1972), à la physique (Freeman 1975a), au monde des juristes (Freeman 1975b) et à celui des ingénieurs débutants (Freeman 1976).

¹⁰ Ou comme le dit plus élégamment Freeman (1975a, p. 31), « Variants of the model [...] have been applied to other high level occupations with some success ».

Le modèle de base comprend une structure d'offre qui relie le nombre d'étudiants entrant dans un champ disciplinaire aux prévisions de salaires d'embauche dans ce champ et à un certain nombre d'incitations correspondantes. Le côté de la demande relie le nombre d'ingénieurs et de scientifiques demandés aux salaires et à d'autres variables exogènes. Une dernière équation permet d'assurer l'équilibre sur le marché du travail. Du fait du délai induit par le nombre d'années d'études inhérentes à la formation des étudiants, le nombre de nouveaux entrants sur le marché du travail dans un champ spécifique dépend des conditions passées sur le marché et est donc « pré déterminé » (en relation avec les équations de demande et d'équilibre). Les salaires, plutôt que les quantités, deviennent alors la variable dépendante dans l'équation de demande ce qui engendre des fluctuations cycliques endogènes (le phénomène classique du « cobweb »¹¹). La nature récursive du modèle montre ainsi que des petites (larges) cohortes d'étudiants ont tendance à augmenter (diminuer) les salaires d'embauche, ce qui affecte les incitations pour les nouveaux étudiants à entreprendre des études dans le champ, mouvements qui vont à leur tour avoir des effets sur le nombre de diplômés et leurs salaires d'embauche.

Plus formellement, ce modèle peut être illustré simplement à l'aide des trois équations suivantes :

$$\begin{cases} q_s(t) = \alpha w^*(t) + x(t) \\ q_d(t) = -\beta w(t) + y(t) \\ q_s(t) = q_d(t) \end{cases} \quad (1)$$

où q_s est le nombre d'étudiants diplômés une année t , q_d le nombre de diplômés nécessaires à l'économie, w^* la prévision de salaires réalisée par les étudiants sur la base de l'information disponible au début de leurs études, w le salaire observé en t pour les nouveaux diplômés, x un ensemble d'autres facteurs susceptibles d'influencer l'offre (prévisions de salaires dans d'autres emplois), et y un ensemble de facteurs correspondants pour la demande (dépenses publiques de R&D par exemple). α et β sont deux paramètres positifs traduisant respectivement l'effet du salaire anticipé sur l'offre de diplômés et l'effet du salaire courant sur la demande de diplômés.

¹¹ Ce modèle prix-quantité en toile d'araignées semble avoir été « découvert » par trois économistes à peu près simultanément et indépendamment (un Italien, un Hollandais et un américain) si on se fie à l'article sur le « théorème du cobweb » de Ezekiel (1938). En revanche ce serait Kaldor qui aurait proposé d'unifier ce genre d'ajustements dynamiques « cobweb » dans un article du premier volume de la *Review of Economic Studies* en 1934 (Kaldor 1934).

La nature des fluctuations « endogènes » – il convient de prendre ce terme avec précaution – dépend des paramètres du modèle mais surtout de la façon dont sont modélisées les anticipations de salaires. Dans le modèle de base, et on se rend compte à cette occasion que le modèle de Freeman s'enracine dans les développements de la science économique des deux décennies qui ont précédé ses travaux – entre autres les développements relatifs aux mécanismes d'ajustement et aux anticipations, anticipations soient adaptatives à la Nerlove (1958), soient anticipations rationnelles à la Muth (1961)¹² – les prévisions de salaires correspondent simplement aux salaires courants observés : les individus sont myopes quant à leurs anticipations de salaires. Si les anticipations sont adaptatives, les conclusions du modèle de Freeman ne sont pas franchement modifiées, les conditions de convergence impliquant simplement une gamme plus large d'élasticités d'offre et de demande.

Freeman tente de résoudre un problème essentiel présent dans toutes les applications empiriques du capital humain, celui de l'incertitude des salaires futurs. Il remarque simplement que les conditions de demande affectent les conditions d'offre pour les nouveaux étudiants. Les nouveaux entrants fondent leurs décisions en comparant les salaires relatifs courants dans les différents emplois. En présence d'incertitude, les salaires courants ne sont pas de bons prédicteurs des salaires futurs et des erreurs systématiques de prévision se produisent. La conclusion de Siow vient alors d'elle-même : « These systematic forecast errors lead to cycles in the supply of new entrants » (Siow 1984 p. 631).

Le marché du travail des scientifiques est donc vu comme un marché du travail traditionnel pour lequel la demande est réalisée par le secteur académique et de la recherche publique, les autres administrations publiques et le secteur privé. L'offre est le fait des individus dont le choix se porte sur une carrière scientifique particulière et qui s'engagent à poursuivre leurs études sur une longue période (jusqu'à dix ans dans le cas du doctorat). L'originalité essentielle dans ce type de formalisation du marché du travail scientifique se situe donc simplement dans la durée des études nécessaire pour former de nouveaux scientifiques. L'offre ne peut s'ajuster immédiatement à la demande ce qui introduit un phénomène cyclique dans la production des scientifiques (ou plus généralement dans la production de toute main-d'œuvre hautement qualifiée dont la période de formation est longue).

¹² Les conséquences des anticipations rationnelles dans le modèle du cobweb ont été étudiées par Pashigian (1970). Par contre, Freeman ne développe pas de modèles spécifiques avec anticipations rationnelles.

Les modèles de Freeman sont un cas particulier du comportement microéconomique, qui, comme on l'a vu, n'est pas spécifié, d'un individu qui doit choisir entre plusieurs emplois. La forme générale du choix d'occupations peut se formaliser comme suit : un individu va choisir l'occupation i parmi l'ensemble des emplois potentiellement disponibles de façon à maximiser son utilité anticipée :

$$\text{Max } E[U(x_i, y_i, Y)] \quad (2)$$

$U(\cdot)$ est une fonction d'utilité indirecte, x_i un vecteur des caractéristiques des emplois, y_i la rémunération actualisée dans l'emploi i et Y un revenu indépendant de l'emploi choisi. Cette modélisation incorpore plusieurs sources possibles de différences dans les choix d'occupations : des différences de goûts (attitudes différences envers les caractéristiques des emplois, du revenu ou du risque), des différences inhérentes au capital humain accumulé (la distribution des salaires offerts va varier selon les compétences...) et des différences dans la richesse « initiale ». Les individus évaluent donc les avantages pécuniaires et non pécuniaires anticipés par rapport aux coûts anticipés, sur la durée de leur vie, qui vont résulter du choix des différentes options qu'ils vont faire. Ces décisions sont prises dans un cadre d'imperfection de l'information sur les bénéfices et les coûts courants et futurs mais également sur les productivités de l'agent dans les différents emplois. Dans notre formalisation, l'opérateur d'espérance E caractérise cette incertitude.

Les modèles à la Freeman sont un cas particulier de ce cas général à plusieurs titres. Les agents sont en effet supposés maximiser les revenus anticipés et non pas l'utilité actualisée ; ils sont donc implicitement présumés être neutres au risque.¹³ Les anticipations de salaires sont en outre basées sur les salaires courants. Ils supposent également l'immobilité professionnelle des agents une fois la décision prise.

On va reprendre deux de ces hypothèses qui méritent une attention particulière. La première hypothèse concerne les anticipations des agents lors de la formation de leurs prévisions de salaires ; dans notre formalisation précédente cela revient à se demander comment se forme w^* (1.1.3.). La seconde hypothèse, qui nous occupera moins longuement que la première, est relative à l'immobilité professionnelle des individus. (1.1.4.)

¹³ Des modèles tels que ceux de Polacheck (1981), Schmidt et Strauss (1975) et Boskin (1974) ne considéraient pas l'incertitude entourant la décision d'activité. Le choix d'emploi était simplement fonction d'un vecteur de caractéristiques individuelles. Ces modèles parviennent alors à une formulation logit simple du choix d'occupation : les agents choisissent alors entre plusieurs occupations potentielles une fois pour toute.

1.1.3. Hypothèse 1. Les anticipations de salaires.

Avant de préciser ce point, rappelons que la vision de Freeman (1971) s'inscrit dans le prolongement de la théorie du capital humain développée quelques années auparavant (Schultz 1961, Becker 1964). Outre le fait que Freeman s'intéresse à un marché particulier – pour dire vite, celui des scientifiques et des ingénieurs – et non plus à la demande globale d'éducation, il enrichit l'analyse du capital humain d'un certain nombre d'autres éléments : les revenus d'aujourd'hui peuvent influencer l'offre future de diplômés, la variable explicative essentielle n'est pas le revenu courant mais la valeur présente des revenus actualisés et les choix d'activité sont susceptibles d'être affectés par un certain nombre d'éléments non pécuniaires (Blaug 1976).¹⁴ Une des difficultés lors des tests empiriques, qui introduisent d'ailleurs un écart entre théorie et validation empirique, se situe dans l'utilisation des salaires des débutants comme variable proxy pour les revenus actualisés sur le cycle de vie. Dans ces modèles, les étudiants n'ont donc pas une vision dynamique des choix de leurs opportunités de carrières. Les modèles proposés par Freeman sont en effet purement mécaniques et ne reposent en définitive que sur le délai de « production » des scientifiques.

La question des anticipations de revenus et des anticipations des rendements de l'éducation, en dehors du fait qu'elle pose un problème sérieux à la théorie du capital humain, est plus généralement importante par le rôle essentiel qu'elle joue dans les choix d'éducation et d'emploi. Ces anticipations jouent en effet un rôle clé dans les décisions concernant la mobilité professionnelle, la formation initiale et la formation professionnelle des individus. Elles ont également un grand nombre de conséquences pratiques sur la façon dont se forment les anticipations, sur l'information utilisée, sur la variabilité des prévisions... D'un point de vue économétrique, une mauvaise spécification des anticipations peut également amener à des estimations incorrectes de paramètres tels que celui reliant nombre d'étudiants et rendements de l'éducation.¹⁵ Les économistes ont, comme nous le verrons par la suite lors de l'étude de la satisfaction au travail, toujours été réticents à utiliser des données subjectives. C'est

¹⁴ Voir également Smith (1986) pour une vision « agnostique » des performances du modèle cobweb pour la prévision de l'offre de diplômés.

¹⁵ Manski (1993) met ainsi en garde : « the most that one can do is infer the decision rule conditional on maintained assumptions on expectations [without any evidence of how people form income expectations] ».

probablement pourquoi les études sur les anticipations de salaires ont été relativement peu nombreuses¹⁶ depuis la seconde guerre mondiale. Manski écrit ainsi :

« The profession has traditionally been sceptical of subjective data: so much that we have generally been unwilling to collect data on expectations. Indeed, the norm has been to make assumptions about expectations formation. » (Manski 1993 p. 44).

1.1.3.1. Les anticipations de salaires : myopes, adaptatives ou rationnelles ?

Les tests empiriques de la rationalité des anticipations de salaires sont variés, tant par les méthodes utilisés que par les données recueillies. Pour présenter de façon simple une des méthodes possibles¹⁷, utilisées par Leonard (1982) pour mesurer la rationalité des anticipations, est de régresser le salaire courant sur le salaire anticipé de la façon suivante :

$$w_t = a + bw_{t-1}^* + u_t \quad (3)$$

Les anticipations sont rationnelles si $a = 0$ et $b = 1$. En effet, dans ce cas, le salaire anticipé est un prédicteur non biaisé du salaire courant.

Tester l'hypothèse d'anticipations rationnelles (plus ou moins) explicitement revient, ni plus ni moins, à savoir dans quelle mesure l'information *disponible* est utilisée rationnellement par les individus au moment où la décision est prise. C'est dans ce sens, et uniquement dans ce sens, qu'il faut entendre le terme rationalité ou « anticipations rationnelles » dans les paragraphes qui suivent.

Ce type d'analyse a en commun de se focaliser sur des publics a priori relativement bien informés sur l'évolution des salaires.¹⁸ Smith et Powell (1990) et Betts (1996) se concentrent par exemple sur les étudiants « senior » de dernière année, étudiants qui doivent posséder

¹⁶ Néanmoins, certains auteurs semblent parfois appuyer, comme il est coutumier dans la recherche, légèrement trop sur le caractère novateur de leurs recherches. A force de lire des phrases telles que « Unfortunately not many studies exist that consider these questions. » (Brunello *et al.* 2001 p. 2), ou « [...] one would expect that the expectations of pupils and students have been studied extensively. Such is not the case, however. [...] In this paper we make a contribution to fill that gap. » (Webbing et Hartog 1999 p. 2), ou bien encore « But there is almost no precedent literature and we have had to break considerable new ground » (Dominitz et Manski 1994 p.1), on ne peut s'empêcher de se demander pourquoi autant de références sur le sujet sont inscrites dans notre bibliographie...

¹⁷ Il s'agit d'une méthode assez restrictive qui n'est pas nécessairement incompatible avec d'autres formes d'anticipations rationnelles, comme nous aurons l'occasion de le voir ci-après.

¹⁸ Il ne s'agit pas de tester l'hypothèse d'anticipations rationnelles sur des individus qui n'ont aucune information sur le sujet. Les anticipations rationnelles supposent en effet que les agents se basent sur l'information disponible au moment de leurs prévisions, information en rapport avec la variable anticipée.

davantage d'information pertinente quant aux conditions du marché du travail que les étudiants plus jeunes et plus éloignés de leur entrée sur le marché du travail.

Plusieurs études rejettent l'hypothèse d'anticipations rationnelles. Leffler et Lindsay (1979) trouvent par exemple que les étudiants en médecine basent leurs anticipations de salaires sur les salaires courants. Leonard (1982)¹⁹ montre que les prévisions de salaires des employeurs sont relativement médiocres, même si dans quelques champs tels que la chimie et les mathématiques, l'hypothèse d'anticipations rationnelles ne peut être rejetée. L'étude récente de Carvajal *et al.* (2000) révèle que, en comparant les prévisions de salaires d'étudiants en dernière année d'études²⁰ avec les salaires observés pour les étudiants récemment diplômés, si les anticipations sont globalement en accord avec les tendances observées sur le marché du travail, il n'en demeure pas moins que les étudiants ne sont que partiellement au courant de ce qui les attend concrètement sur le marché du travail. Les écarts entre prévisions et réalisations dépendent en outre des caractéristiques des individus (âge, sexe, ethnicité) mais elles varient également selon l'emploi visé et les attentes qu'ils en ont.

En revanche, d'autres études sont (plutôt) en accord avec l'hypothèse d'anticipations rationnelles. Hoffman et Low (1983) montrent que les étudiants en économie²¹ peuvent prévoir leurs revenus futurs de façon satisfaisante. Orazen et Mattila (1991) présentent un modèle empirique²² qui tente de se rapprocher davantage des modèles théoriques développés. Un agent choisit son activité en fonction de l'utilité anticipée dans chaque carrière envisagée, étant donné ses préférences pour la consommation future, son stock de capital humain existant, ses actifs non financiers, ses attitudes envers le risque et la distribution des revenus dans chaque emploi. Le choix de carrières suit alors une spécification logit multinomiale qui

¹⁹ Il utilise un échantillon de cadres dirigeants des moyennes et grandes entreprises réalisé sur une longue période par la Northwestern University.

²⁰ Les auteurs utilisent deux échantillons d'étudiants en dernière année du College of Business de la Florida International University : l'un est composé de 219 étudiants membres d'associations d'anciens étudiants, l'autre comprend 248 « autres » étudiants.

²¹ Les hypothèses de rationalité ont souvent été testées sur les étudiants en économie. Reste toujours la question du niveau de rationalité « innée » chez les étudiants en économie et dans quelle mesure elle risque de biaiser les résultats.

²² Les données utilisées proviennent du « Maryland State Board of Education » qui suit la proportion d'élèves de lycées dans 23 cantons de 1951 à 1969, en 8 disciplines. La variable dépendante est le log de la proportion d'élèves qui choisissent la discipline *i* (relativement à la proportion qui sélectionnent l'activité agriculture et pêche). Les données sur la distribution des emplois, des revenus, des niveaux d'éducation... sont extraites des bases nationales (US Bureau of the Census, Bureau of Labor Statistics). Il ne s'agit donc pas de tester le modèle sur données individuelles.

dépend de la distribution des revenus et plus seulement de la moyenne de la distribution. Orazen et Mattila²³ écrivent ainsi que :

« The null hypothesis that the second moment of the distribution of our computed earnings per unit of human capital did not enter the system of career choice equations was strongly rejected. » (Orazen et Mattila 1991 p. 114).

Smith et Powell (1996) concluent également plutôt en faveur de l'hypothèse d'anticipations rationnelles, à l'aide d'un échantillon de 388 étudiants de deux universités du Midwestern.

« The college seniors in ours ample seem to have had a reasonable understanding of the value of a college education, as defined the average income of college graduates compared to that of high school graduates » (Smith et Powell 1996 p. 204).

Quelques autres conclusions peuvent être tirées de cette étude. Les individus semblent surestimer leurs anticipations de revenus par rapport aux revenus qu'ils anticipent pour leurs pairs (de respectivement 25 et 40% en moyenne pour les deux groupes). Et cette tendance est particulièrement forte pour les hommes. L'établissement universitaire fréquenté a également une certaine influence sur les anticipations de revenus. C'est également le cas de l'origine scolaire des étudiants : les étudiants dont le père a un niveau d'éducation faible anticipe un rendement du diplôme universitaire plus élevé que les étudiants dont le père a un niveau d'éducation plus élevé.

Betts (1996) a interrogé un échantillon de 1269 étudiants (*undergraduates*) de l'University of California à San Diego pour connaître la vision qu'ils ont des salaires de différents types de travailleurs au niveau national, avec ou sans diplôme supérieur. L'auteur tente tout d'abord d'expliquer les variations dans les anticipations de salaires par un certain nombre de variables explicatives (origine sociale et ethnique, années d'études, sexe, revenus des parents).²⁴ Retenons simplement deux conclusions. D'une part, les étudiants les plus avancés dans leurs études (ceux de troisième et quatrième années) ont des anticipations de salaires clairement plus faibles que les étudiants les plus jeunes. D'autre part, les étudiants qui viennent des familles les plus pauvres ont des anticipations de salaires plus faibles. Betts teste ensuite la justesse des anticipations de salaires en les comparant, comme à l'accoutumée, aux

²³ Qui développent un modèle théorique dont nous aurons l'occasion de parler brièvement par la suite.

²⁴ Néanmoins, le pouvoir explicatif de ces variables demeure limité (le R2 est systématiquement inférieur à 0.06) en dehors de la régression 4 (tableau 2 p. 40) dans laquelle toutes les questions sur les salaires sont regroupées

« vrais » salaires extraits des bases de données nationales (entre autres le *Current Population Survey*). Les erreurs de perception des étudiants tendent à décroître avec le nombre d'années d'études. Les étudiants issus d'un milieu modeste font en moyenne des erreurs plus importantes. Les étudiants parviennent à prévoir d'autant mieux les salaires qu'ils appartiennent à la grande discipline pour laquelle on leur demandait de prévoir les salaires. Enfin, l'auteur s'intéresse aux sources d'information utilisées par les étudiants. Une chose est en effet de savoir quels étudiants sont les mieux informés, une autre est de comprendre l'origine de cette meilleure information. Les résultats issus d'estimation logit sur les sources d'information utilisées sont relativement limités. Retenons simplement que les étudiants les plus enclins à utiliser les services universitaires d'information et d'orientation²⁵ sont les étudiants les plus avancés dans leurs études.

Dans la voie ouverte par ces différentes études, quelques avancées intéressantes ont été réalisées par les travaux de Dominitz et Manski (1996) et Wolter (2000). En effet, alors que les études précédentes²⁶ ne se basent en général que sur une valeur pour estimer les prévisions de salaires – la valeur moyenne des salaires prévus – les papiers de Dominitz-Manski et Wolter permettent de décrire plus précisément l'incertitude entourant les prévisions de salaires, incertitude évaluée par les individus eux-mêmes à l'aide de notions de la théorie des probabilités. Ces études testent dans quelle mesure les estimations de salaires des étudiants diffèrent de la *structure* des salaires courants, le but étant in fine toujours le même :

« If there are but little differences, then at best we would be able to confirm the possibility of substituting estimations for the current wage structure and vice versa » (Wolter 2000 p. 61).

La force de ces études se situe dans les résultats qualitatifs qu'elles permettent d'obtenir. Mais c'est également la source de leur faiblesse : les résultats ne permettent plus de conclure globalement et généralement sur la rationalité des anticipations de salaires et des rendements de l'éducation. Deux conclusions intéressantes peuvent être extraites dans l'étude de Wolter (2000). Ces tests, basés sur une enquête assistée par ordinateur²⁷, menée en Suisse allemande, permettent une comparaison avec les résultats obtenus pour les États-Unis par Dominitz et Manski (1996). Les étudiants américains, et c'est le premier résultat, semblent

²⁵ Traduction approximative des « Campus Career Service Centers » en question.

²⁶ C'est le cas par exemple de celles de Smith et Powell (1990), Blau et Ferber (1991) et Betts (1996).

²⁷ Le questionnaire a été passé sept fois à un total de 137 étudiants de trois types d'institutions : écoles secondaires, Business College et University of Applied Science.

avoir tendance à surestimer la dispersion des salaires, contrairement aux étudiants Suisses qui paraissent sous-estimer la variabilité des salaires ; les étudiants des deux pays ont donc tendance à amplifier les phénomènes observés puisque la distribution de salaires observée aux États-Unis est plus inégalitaire que celle observée en Suisse. Le second résultat montre, ici dans le cas de la Suisse uniquement, qu'il n'a pas été possible d'isoler des groupes d'étudiants ayant des anticipations de salaires significativement différentes des autres. En particulier, les erreurs moyennes d'anticipations commises par trois groupes d'élèves qui ont sans aucun doute des informations différentes, de part leur expérience concrète du marché du travail (les étudiants des *business college*²⁸, les étudiants des *University of Applied Science* et les élèves des écoles secondaires), ne sont pas différentes les unes des autres. En introduisant différentes variables « explicatives » des erreurs d'anticipations, seuls l'éducation du père (les enfants dont le père a un niveau tertiaire d'éducation faisant moins d'erreurs que les autres) et le sexe (les hommes faisant moins d'erreurs que les femmes) ont des effets significatifs.

Quelques études européennes plus actuelles, en dehors de celles de Wolter (2000) viennent également de voir le jour ces dernières années. En effet, jusqu'à une période récente – la première étude européenne sur le sujet est, à notre connaissance, celle de Dolton et Makepeace (1990) – le champ d'analyse est demeuré exclusivement américain. Signalons particulièrement l'étude européenne conduite par Brunello (Brunello *et al.* 2000) qui se base sur un questionnaire commun soumis à 10 pays européens, questionnaire similaire à celui de Betts (1996), mais qui interroge les étudiants sur leurs anticipations de salaires pour deux scénarii (diplôme universitaire obtenu, et à l'entrée de ce diplôme) et en deux points du temps de leurs carrières professionnelles (au moment de l'obtention du diplôme et 10 ans plus tard). Wolter et Zbinden (2002) utilisent la partie suisse du questionnaire européen commun et parviennent à la conclusion que les prévisions de salaires (après le diplôme) des étudiants suisses sont assez similaires aux données qui peuvent être obtenues à l'aide des différentes sources d'information sur les salaires des jeunes diplômés. Des différences d'anticipations sont perceptibles par disciplines :

²⁸ « [...] students attending a business college (BC) are already employed by companies and receive wages. » (Wolter 2000 p. 62).

« Significant deviations from actual wages can be observed for law students, students of social & human sciences and students of natural, technical & computer sciences, whereas students of economics and medicine come close to actual wages. »²⁹ (Wolter et Zbinden 2002 p. 10).

Cependant, les anticipations de salaires sur les dix premières années de la carrière professionnelle montrent que les étudiants ont une certaine tendance à surestimer leurs gains salariaux futurs, les femmes ayant une plus faible tendance à la surestimation que les hommes.

Webbing et Hartog (2000) utilisent le projet longitudinal néerlandais *Scholar* pour étudier les anticipations de salaires des étudiants et les comparer avec les salaires observés. Leur conclusion est que les anticipations de salaires des étudiants sont très similaires aux salaires observés. Selon nos auteurs, les étudiants en économie anticipent des salaires à l'embauche de 7% plus élevés que les salaires observés. Ces pourcentages sont respectivement de 11%, 6% et 9% pour les étudiants en santé, en agriculture et en « études techniques ». Par contre les étudiants en langues semblent surestimer de façon substantielle leurs salaires au contraire des étudiants en droit qui les sous-estiment significativement.

1.1.3.2. Implications de la forme des anticipations de salaires sur la nature des fluctuations cycliques du marché du travail scientifique

Maintenant que nous venons de souligner l'incertitude des résultats empiriques sur l'hypothèse d'anticipations rationnelles des agents quant aux prévisions de salaires, revenons à notre modèle théorique pour savoir si cette hypothèse d'anticipations rationnelles est incompatible avec l'apparition des phénomènes cycliques sur le marché du travail scientifique.

Willis et Rosen (1979) supposent que les anticipations de revenus des étudiants sont rationnelles : les étudiants comprennent les processus par lesquels vont se former leurs revenus futurs.³⁰ Dans leurs modèles, les étudiants décident ou non d'entrer à l'université en comparant les revenus anticipés avec diplôme universitaire aux revenus anticipés avec simplement un diplôme secondaire. Cela permet en définitive à nos deux auteurs de montrer, par des estimations probit prenant en compte un certain nombre de corrections pour biais de

²⁹ Les prévisions plus satisfaisantes que la moyenne pour les étudiants en économie confirment nos craintes quant à l'utilisation de ce public particulier à-priori particulièrement informés sur ce qui les attend sur le marché du travail.

³⁰ Willis et Rosen supposent une égalité entre anticipations et réalisations sans tests empiriques.

sélection, que les anticipations de salaires sur le cycle de vie influencent les décisions d'études supérieures.³¹

Mais ce sont réellement les modèles de Siow (1984) et Zarkin (1983, 1985) qui étendent la formulation de Freeman en imposant une formalisation rationnelle des anticipations de salaires. Alors que les modèles cobweb expliquaient le caractère cyclique de l'offre de diplômés par des réponses inefficaces face à des chocs affectant les salaires, les modèles basés sur les anticipations rationnelles parviennent à expliquer également ce phénomène, mais par des réponses d'offre, qu'on pourrait qualifier d'haute efficacité, face à des chocs touchant la demande de travail. Les anticipations sont rationnelles dans le sens où les individus se basent sur le stock d'informations disponibles au moment de la prise de décision. Concrètement, dans les modèles, cela signifie que les agents utilisent la structure du modèle pour former leurs anticipations.³² La conclusion de Siow semble alors sans appel :

« The rational expectations prediction is more variable than the actual series. Some economists, including Freeman, view cycles in new entrants as a sign of myopic expectations. I have shown that a rational expectations model, where agents are not myopic, is able to generate more variability than the actual data! Certainly cycles are not a sign of myopia. » (Siow 1984 p. 641).

Néanmoins, les cycles n'émergent pas de façon endogène dans ces modèles. Le caractère prévisible de la demande de travail devient un élément essentiel. Par exemple, le modèle de Zarkin (1985) qui étudie le marché du travail des enseignants des écoles publiques est basé sur des conditions de demande future³³ qu'il est plus aisé d'anticiper que sur la plupart des autres marchés, en particulier celui des scientifiques. En effet, la demande de travail future va être essentiellement déterminée dans le modèle de Zarkin par le stock d'élèves à l'école, stock prévisible à moyen terme puisqu'il s'accroît chaque année de la population des élèves en âge d'entrer à l'école. Notons que les modèles de Siow et de Zarkin testent indirectement la rationalité des choix d'activité sans observer les anticipations subjectives de revenus des individus.

³¹ Hay (1991) élargit le modèle de Willis et Rosen pour prendre en compte trois spécialités et plus seulement deux niveaux d'éducation.

³² Dans la stratégie empirique du modèle de Zarkin, le nombre prévu d'enfants à l'école une année $t+1$ est simplement le stock d'enfants à l'école en t auquel on additionne le nombre d'enfants en âge d'entrer dans le système éducatif. Ici, c'est dans ce sens que les anticipations sont rationnelles puisque les individus sont aussi informés que le modélisateur (utilisent la même structure que le modèle pour faire leurs prévisions).

³³ L'élasticité de l'offre à la demande future est élevée. "Future children are statistically significant for secondary school teacher graduates, with an implied long-run elasticity of 2.59." (Zarkin 1985 p. 440).

Orazen et Mattila (1991) présentent un modèle de choix d'activité en introduisant une fonction d'utilité spécifiée qui caractérise la décision d'occupation d'un agent, et plus seulement par l'incertitude touchant aux salaires anticipés futurs.³⁴ La décision d'activité d'un agent dépend alors de son utilité anticipée dans chacun des choix de carrières possibles, étant donné les préférences pour la consommation future, le stock de capital humain, des attitudes envers le risque...

Nicholson et Souleles (2001) ont récemment montré que les choix de spécialités des étudiants en médecine peuvent s'expliquer en partie par leurs anticipations de salaires, anticipations qui correspondent pour une part aux salaires courants des médecins dans les différentes spécialités, mais pour une autre part aux anticipations futurs de revenus. Les étudiants incorporent alors dans leurs anticipations propres les tendances futures de revenus dans les spécialités médicales.

1.1.4. Hypothèse 2. L'immobilité professionnelle.

Nous serons plus bref pour cette critique qui nous entraînerait trop loin de nos préoccupations principales. Notons toutefois que les modèles à la Zarkin ont également été critiqués pour leur hypothèse d'immobilité professionnelle. En effet, une hypothèse sous-jacente à ces modèles est que seuls les nouveaux entrants sur le marché du travail répondent aux fluctuations du salaire alors que les individus en emploi ne peuvent changer d'occupations. Pour le dire simplement, en reprenant la logique de base de ces modèles, si à la période initiale le stock de scientifiques est faible, les étudiants vont être tentés d'entreprendre des études scientifiques dans la perspective de bénéficier de revenus futurs anticipés importants. Le stock de scientifiques risque donc d'en être augmenté d'autant, diminuant ainsi progressivement le salaire moyen, dans la mesure où les scientifiques en place sont supposés être immobiles professionnellement. Or cette hypothèse est tout sauf réaliste, même pour un marché particulier tel que celui des scientifiques ou des ingénieurs.

³⁴ Dans la terminologie de nos auteurs cela donne : « This paper attempts to synthesize the logit utility maximizing framework and the maximum expected earnings framework » (Orazen et Mattila p. 104). Il s'agit en fait d'introduire une spécification estimable d'une fonction d'utilité qui combine les premières approches de la théorie du choix professionnel dont nous avons déjà parlé, formulations logit à la Polacheck-Schmidt et Strauss-Boskin, et celles à la Freeman-Siow-Zarkin.

En effet, même si comparés aux standards de mobilité américains, les mobilités dans l'emploi³⁵ des pays européens sont plus faibles, il n'en demeure pas moins qu'elles sont loin d'être négligeables. La mobilité sur le marché du travail des jeunes est malgré tout relativement importante dans la plupart des pays (Topel et Ward 1992, Klerman et Karoly 1995, OECD 1996). Sur les dix années suivant leur sortie du système scolaire, les étudiants américains changent d'emploi en moyenne pratiquement tous les ans. La mobilité est comparativement bien plus faible en Allemagne et au Japon alors qu'elle se situe à un niveau intermédiaire pour la France et la Grande-Bretagne. Les mesures de la mobilité professionnelle dépendent évidemment des nomenclatures d'emplois utilisées. Avec une catégorisation en 100 types d'occupations différentes, Dolton et Kidd (1998) montrent que 24% des hommes diplômés de l'université ont changé d'occupation durant les 8 premières années de leur vie active.³⁶

Felderer et Drost (2000) montrent que l'hypothèse d'immobilité n'est cependant pas nécessaire pour obtenir, au niveau théorique, des fluctuations cycliques sur le marché du travail. En effet, en adoptant, pour les salaires, l'hypothèse d'anticipations rationnelles, et en recourant à l'hypothèse, pour les emplois, de parfaite mobilité, nos auteurs parviennent à obtenir des fluctuations cycliques endogènes. A chaque période, ils distinguent 6 catégories d'individus : les nouveaux entrants qui peuvent choisir entre les deux types d'emploi A et B, les individus déjà présents sur le marché (les « vieux ») qui choisissent de rester dans leur emploi actuel (en A ou en B) et les vieux, qui au contraire, choisissent de changer d'emploi, en passant respectivement de A en B et de B en A. Il est alors démontré que le nombre de jeunes travaillant dans la catégorie A suit une équation différentielle qui peut engendrer, sous certaines hypothèses, des fluctuations cycliques amorties telles que celles des modèles cobweb initiaux.³⁷ Enfin, Drost (2000) montre que même en introduisant le risque de chômage, ce caractère cyclique du choix d'emploi peut persister.

³⁵ Les mobilités entre emploi et non-emploi sont également plus fortes aux Etats-Unis.

³⁶ Harper (1995) note pour sa part que 11% des hommes changent d'emploi par an.

³⁷ Des simulations numériques du modèle permettent de parvenir à ce résultat et dépendent de conditions « techniques » (forme des fonctions de production).

1.2. ...à une évaluation empirique plus délicate

Les exercices de prévision du marchés du travail dans les pays de l'OCDE sont déjà anciens et concernent principalement les modèles de prévisions de main-d'œuvre, modèles basés dans un premier temps sur des approches en termes de besoin de main-d'œuvre.³⁸ D'autres méthodes basées sur des entretiens ou des questionnaires auprès des employeurs et des responsables de ressources humaines ont également été développées. Neugart et Schömann (2002) étudient les pratiques de prévisions de main-d'œuvre³⁹ d'un grand nombre de pays de l'OCDE et montrent que ces pratiques sont, somme toute, relativement standardisées – en termes d'horizon de prévision, de bases statistiques utilisées, d'organismes producteurs et utilisateurs de ces statistiques.

Ici, notre propos est davantage méso économique voire micro économique puisque nous ne présentons que (quelques-uns) des travaux empiriques d'évaluation et de prévision du marché du travail scientifique (1.2.1.).⁴⁰

Ensuite, nous montrerons que les préoccupations liées à la mobilité internationale de la main-d'œuvre scientifique, qui touchent essentiellement dans un premier temps aux questions relatives au *brain drain*, sont tout aussi anciennes que les travaux traitant du déficit/surplus en scientifiques et ingénieurs (1.2.2.). Rien d'étonnant à cela puisque la mobilité internationale peut être envisagée comme une des causes, une des conséquences ou une des solutions, face à un désajustement entre offre et demande de scientifiques au niveau national.

1.2.1. De perspectives nationales...

1.2.1.1. Des tentatives de quantification de l'écart entre offre et demande de scientifiques et d'ingénieurs...

³⁸ Compte tenu d'un certain nombre de cibles économiques (taux de croissance...), l'établissement des prévisions des besoins en termes d'emplois et de qualifications était effectué à l'aide de modèles économétriques. Cette méthodologie, qui ne considérait au départ qu'à extrapoler le côté offre de l'économie – comme un des premiers projets initiés par l'OCDE, le projet régional méditerranéen au début des années 60 (Parmes 1962) – a ensuite été transformée de manière moins ambitieuse – on est passé de prévisions de long à moyen terme et de prévisions précises en termes de qualifications et d'éducation à des prévisions stratégiques plus globales. Les critiques de Ahamad et Blaug (1973) n'ont sans doute pas été pour rien dans ces évolutions.

³⁹ Une description des techniques de prévisions peut également être trouvé dans Williams (1996).

⁴⁰ Nous prendrons ce terme au sens large comme à l'accoutumée. Il recouvre, selon les travaux, le marché du travail des scientifiques, des ingénieurs, des techniciens supérieurs ou des docteurs.

Si les évidences empiriques de l'évolution cyclique de marchés du travail particuliers sont nombreuses – elles ont été documentées dans de nombreux contextes différents, tant professionnels que géographiques, et sur des périodes historiques variées – l'évaluation empirique de l'écart entre offre et demande est bien plus délicate. Sans adopter la perspective de Hafferty (1986)⁴¹ pour qui la surproduction dans une certaine « profession » n'est qu'une construction sociale sans fondement scientifique et technique, il est intéressant de noter que cette assertion rend compte de la difficulté à évaluer l'importance des surplus ou des déficits de main-d'œuvre sur un marché particulier, et davantage encore à anticiper ces évolutions.⁴²

Avant les années 50 quelques interrogations et quelques inquiétudes ont déjà vu le jour quant à l'inadaptation de la production de docteurs dans quelques disciplines. C'est par exemple le cas en sociologie où deux articles de l'*American Review of Sociology* de 1934 s'inquiétaient de la surproduction latente de docteurs en sociologie dans les années ayant précédé la publication de ces articles (Chapin 1934, Faris 1934). Chapin débutait ainsi son article après avoir constaté que 258 thèses en sociologie étaient à l'époque en préparation dans les diverses institutions universitaires américaines :

« They raise again, but this time in sharp challenge, the question: "Are the graduate departments of sociology overproducing trained personnel?" » (Chapin 1934 p. 506).

L'auteur entreprend alors, ce qu'on pourrait qualifier, en des termes un peu anachroniques, une brève analyse offre-demande du marché du travail des sociologues aux États-Unis. Côté offre, il trouve qu'au plus 130 positions de professeurs sont disponibles dans les 32 institutions délivrant des diplômes en sociologie. En appliquant un taux de turn-over de 5% à ces 130 postes, il constate alors que le nombre potentiel de postes disponibles annuellement est de 6,5 dans l'ensemble du secteur académique. Côté demande, en appliquant un coefficient de 20% pour le nombre de docteurs souhaitant travailler hors académie, 206 docteurs vont potentiellement se porter sur le marché universitaire avec une répartition échelonnée dans les trois ou quatre années suivantes 1933. La conclusion est alors sans ambages :

⁴¹ L'auteur étudie la dynamique du marché des médecins aux États-Unis durant les années 70 et au début des années 80, « dans une perspective sociale constructionniste » (Hafferty, 1986, p. 358).

⁴² L'auteur note ainsi que différents facteurs ont créé « an overall social environment in which the perception of surplus was accorded the status of social fact among many physicians. Moreover this paper argues that physicians' belief in oversupply is an emergent social phenomenon rather than a technical or scientific fact. » (Hafferty, 1986, p. 359).

« Looking at the figures another way, there will finish dissertations in 1933, 17 times the number of estimated vacancies and in 1934, 12 times this number. » (Chapin 1934 p. 508).

Faris (1934), dans un article du même numéro de la revue, sans remettre en cause ces conclusions, les nuance quelque peu. Cet exemple particulier ne nous intéresse pas en tant que tel. Mais, sa méthodologie, certes simplifiée, illustre bien ce que vont tenter de faire la plupart des études d'évaluations ou de prévisions des marchés du travail scientifiques qui vont suivre.⁴³ A l'aide d'un schéma offre-demande plus ou moins complexe, il va s'agir d'évaluer, et éventuellement de prévoir, la situation du ou des marchés du travail en question.

Blank et Stigler (1957) – la littérature des années 50 sur le sujet est volumineuse et nous n'aborderons que quelques études qui nous semblent essentielles –, à l'aide de la définition qu'ils donnent du surplus de main-d'œuvre (voir ci-dessus), constataient ainsi que le salaire relatif⁴⁴ des ingénieurs avait eu tendance à diminuer « substantiellement » depuis 1929. Cette observation amène alors nos deux auteurs à considérer que sur la période en question, il y aurait eu une augmentation ample de l'offre d'ingénieurs et donc que l'économie aurait eu à faire face à un surplus d'ingénieurs. D'un point de vue prévisionnel ils estimaient également que cette situation allait probablement perdurer dans les années suivantes. Les conclusions auxquelles parvenaient Blank et Stigler allaient rapidement être remises en question. En effet, Hansen (1961), à l'aide d'un réexamen des résultats de Blank et Stigler, s'il confirmait l'existence d'un surplus sur la période 1929-50, montrait également qu'un certain déficit, surtout pour les ingénieurs débutants, semblait voir le jour à partir du début des années 50. Hansen (1961) semblait par ailleurs avoir bien perçu quelques-unes des évolutions qui débutaient alors quant au marché du travail scientifique, puisqu'il notait en conclusion que :

« [...] the availability of more recent data reveals a clear-cut reversal in the long-run deterioration in the relative earnings position of engineers. In fact, this reversal displayed increasing strength from 1953 to 1958, thus suggesting a growing shortage for engineers. » (Hansen 1961 p. 256).

De nombreuses autres études datant de l'après-guerre parvenaient aux mêmes conclusions – Arrow et Capron (1959) allaient également dans ce sens –, bien que les

⁴³ On trouve d'autres interrogations précoces concernant plus généralement la formation des docteurs et des ingénieurs. Voir entre autres un article de Godfrey (1913) et McDonald (1943).

⁴⁴ Relativement à la population salariée dans son ensemble ou à certaines autres catégories de professions.

méthodes et les données disponibles rendent le constat ardu⁴⁵ : l'économie américaine devait alors faire face à un déficit potentiel en scientifiques et ingénieurs, La plupart de ces études provenait de l'administration américaine et faisait suite au rapport de Vannevar Bush (1945).⁴⁶ On peut même dater de cette époque les premières tentatives de mesure de la main-d'œuvre scientifique et technique au niveau national. Les conclusions de Bush – « There is thus an accumulating deficit of trained research personnel which will continue for many years » (Bush 1945 p. 24) – vont être reprises par la suite et vont être renforcées par les différentes commissions qui vont se préoccuper de cette question. Le *Comitee on Discovery and Development of Scientific Talent* de la Commission Bush prévoyait ainsi un déficit de 150000 *bachelor's degrees* et 17000 *advanced degrees* d'ici 1955. Le *war drain* – selon les termes de Jewett (1947) – n'était donc pas vu comme une simple situation temporaire mais bien plus le fait d'une incapacité structurelle de l'économie américaine à créer suffisamment de diplômés scientifiques. Les conclusions du rapport Steelman de 1947 étaient également en accord avec les estimations du comité précité, avec un degré de précision supplémentaire : le manque de diplômés de doctorat était ainsi évalué à 7600.

Les évaluations qui suivent, sous l'impulsion de diverses institutions américaines, au premier rang desquelles la National Science Foundation, fondation qui entreprend la mise en place d'une instrumentation statistique pour la science et la technologie d'une grande ampleur, concluent très majoritairement à un déficit de scientifiques et d'ingénieurs. Des analyses rétrospectives telles que celles de Averch (1985) ou celle plus récente de Godin (2002), ainsi que des critiques diverses et variées souvent basées sur un discours « politique » qui veut dénoncer, plus ou moins explicitement, la gabegie des fonds publics⁴⁷, montrent en revanche que les déficits de scientifiques tant annoncés ne se sont pas produits mais résulte plus d'une simple illusion statistique ou d'un discours volontariste d'institutions visant à accroître les fonds publics pour la recherche. Les arguments de la NSF ont ainsi suivi trois étapes selon Averch : i) Le potentiel des découvertes scientifiques étant infini, le nombre de chercheurs aurait tout intérêt à augmenter de façon continue ; ii) Les forces du marché ne permettent pas d'obtenir des chercheurs en quantité (et en qualité) suffisante ; iii) Le

⁴⁵ Une étude de la NSF de 1953 citée par Arrow et Capron (1959) avait ainsi pris pour parti de demander aux dirigeants des grandes firmes industrielles américaines de juger s'ils étaient affectés par un déficit en scientifiques et ingénieurs de R&D. 50% répondaient à cette question à la positive. D'autres études basées sur des enquêtes du même genre concluaient à un déficit de scientifiques par exemple dans le secteur de la chimie.

⁴⁶ Pour une mise en perspective de ce rapport important un demi-siècle plus tard, consulter Barfield (1997).

⁴⁷ Pour plus de précisions on peut se référer à Moguérou (2002a).

gouvernement doit donc, par la disponibilité de fonds publics suffisants, fournir le nombre requis de scientifiques et d'ingénieurs. La rhétorique discursive de la NSF aurait donc, selon ces analyses, permis une augmentation du nombre de scientifiques et d'ingénieurs au-delà de ce qui est nécessaire et aurait fourni une base pseudo théorique à l'augmentation des fonds à disposition de cette institution.

Durant les années 70, les prévisions – ou projections selon le degré de prudence adopté – de besoin en main-d'œuvre scientifique se sont poursuivies sous l'impulsion des institutions⁴⁸ dont nous avons déjà parlé ou d'universitaires désireux de mieux anticiper les évolutions du marché du travail scientifique. Un examen à posteriori de la qualité de ces prévisions montre l'existence d'un biais positif systématique présent dans les études qui anticipaient la production de docteurs durant les années 70. Pollack-Johnson *et al.* (1990) montrent ainsi, en comparant les prévisions de 10 études et les réalisations effectives, que le nombre anticipé de docteurs de 1971 à 1980 a été en moyenne supérieur au nombre de docteurs effectivement observé de 4 à 56%. Les conclusions que nos auteurs tirent de leur étude sont hélas faites en des termes généraux, soulignant par exemple la non appropriabilité des méthodes économétriques de prévision en cas de changement structurel.⁴⁹

1.2.1.2. ...à des évaluations empiriques du caractère cyclique du marché du travail scientifique

Freeman et Breneman (1974) et Freeman (1975a) analysent, au niveau empirique, le caractère cyclique du marché du travail des physiciens. Freeman (1975a) remarque ainsi que l'évolution des salaires des physiciens est intimement liée au nombre de diplômés dans le champ disciplinaire. Au boom de la fin des années 50 et du début des années 60, en accord avec les différentes études présentées ci-dessus, va succéder une période de stagnation puis de décroissance des salaires relatifs des physiciens.

« During the 1954-62 period encompassing Sputnik (October 1957) and the Research and Development (R&D) boom, the salaries of Ph.D. and M.S. physicists, who constitute the bulk of the profession (80 percent), and the starting salaries of B.S. physicists [...] increased more rapidly than those of comparison groups. After 1962, by contrast, the rate of change of physics

⁴⁸ NSF, NCES...

⁴⁹ Il s'agit d'une version, qui ne veut pas dire son nom, de la critique radicale « de Lucas » sur l'impossibilité de toute prévision économétrique : les paramètres des modèles qui sont estimés sur données passées ne permettent pas une prise en compte d'un changement structurel. Les agents peuvent en effet modifier leur comportement suite à un changement (de politique économique...) en intégrant ces changements dans leurs comportements. Or, les paramètres des modèles traditionnels qui traduisent ces comportements ne permettent pas de tenir compte de ces changements.

salaries fall increasingly behind that in male professional earnings, annual earnings of full-time employees, and average hourly earnings. At the end of the 1960's and the onset of the 1970's, the income position of physicists declined more rapidly. » (Freeman 1975a p. 28-29).

Freeman et Leonard (1978) étudient le caractère cyclique des diplômés en 7 grandes disciplines aux États-Unis sur la période 1950-75. Ils montrent que le nombre de diplômés suit un processus autorégressif d'ordre 2. En physique, mathématiques, chimie et sciences de l'éducation, la cyclicité du nombre de diplômés est avérée⁵⁰, alors qu'elle ne l'est pas en biologie, sciences sociales et sciences humaines.⁵¹ Toutefois, même dans le cas où le caractère cyclique est observé, les cycles du nombre de diplômés suivent des processus à oscillations amorties puisque les racines sont systématiquement inférieures à l'unité.⁵² Ces résultats ont été actualisés par Freeman et Hansen (1983). Ces auteurs montrent alors que les modèles à la cobweb semblent permettre de prévoir de façon satisfaisante l'offre de diplômés dans de nombreuses filières.⁵³

En reprenant le schéma théorique illustré par l'équation (2), il est possible de tirer un certain nombre d'enseignements de cette approche générale, dont un schéma particulier, comme nous l'avons déjà dit, est fourni par les modèles à la Freeman. On peut alors décomposer en deux étapes, avec Ehrenberg (1992, p. 847), les conséquences de ce cadre général pour la production de docteurs, en distinguant les études pré doctorales des études doctorales. Étant donné ses aptitudes, son origine sociale et familiale, ses intérêts et ses goûts, un individu va par exemple choisir son domaine de spécialisation pour ses études supérieures (pré doctorales) en comparant les coûts et les bénéfices que cela va lui procurer. Il s'agit de l'application pour l'enseignement supérieur des concepts classiques de la théorie du capital humain (Schultz 1961, Becker 1964). Ce qu'il est simplement possible de dire c'est que plus le rendement anticipé sur le marché du travail d'un diplôme dans une discipline particulière est important, plus la proportion d'étudiants qui va entreprendre des études dans ce champ va être élevée, toutes choses égales par ailleurs. La deuxième étape concerne plus spécifiquement

⁵⁰ Les racines du processus sont complexes.

⁵¹ Les racines sont réelles et positives.

⁵² En l'absence de nouveaux chocs permettant de relancer le caractère cyclique du processus.

⁵³ Notons toutefois que l'agrégation par grandes disciplines peut poser problème. En effet, un processus qui n'est pas cyclique peut être le résultat de la somme de plusieurs processus cycliques de périodes différentes ou de processus non synchronisés. Par exemple, deux cycles de période identique mais à corrélation négative vont donner l'impression d'une non cyclicité si on les additionne. Plus généralement, des techniques plus complexes d'analyse spectrale (basée par exemple sur les transformées de Fourier) seraient nécessaires pour détecter les fluctuations périodiques de ces séries.

le niveau doctoral. Plusieurs facteurs sont alors susceptibles d'affecter la décision d'entreprendre et de terminer un doctorat dans une discipline particulière. Il s'agit toujours de comparer des revenus nets futurs et anticipés relatifs (relatifs aux autres disciplines ou aux autres activités potentiellement disponibles en entrant directement dans la vie active). Pour le niveau doctoral, un certain nombre de spécificités viennent complexifier l'analyse. Il faut en effet prendre en compte outre les droits d'inscription, la diversité des financements disponibles pour effectuer le doctorat, la longueur des études, la probabilité d'abandon plus élevée que dans d'autres cursus... On peut isoler quelques variables essentielles (il s'agit des effets issus des estimations économétriques qui sont donc interprétables toutes choses égales par ailleurs).⁵⁴ La plupart des analyses conclue à la sensibilité du nombre de docteurs diplômés dans un champ aux revenus perçus avec un doctorat dans cette discipline, avec des élasticités assez différentes selon les études. De même, l'offre de docteurs paraît affectée négativement par les rémunérations potentiellement obtenues dans les autres disciplines.

La forme réduite des modèles utilisés par la plupart des auteurs explique alors en général le nombre de nouveaux docteurs par quelques grandes variables essentielles : les dépenses de R&D et le volume du PIB, la taille des cohortes de diplômés de doctorat aux périodes antérieures, les salaires des débutants dans les autres emplois disponibles et le stock des diplômés de niveau inférieur susceptibles d'entreprendre un doctorat. Pour résumer, l'étude du marché du travail de la physique de Freeman et Leonard, mais plus généralement du marché du travail scientifique, suggère que des prévisions du nombre de docteurs peuvent être réalisées à l'aide de la « demande relative » de docteurs, dont deux proxys essentielles sont les dépenses de R&D et la taille des cohortes de diplômés précédentes. Les variables significatives dans les modèles de prévisions présentés par nos deux auteurs concernent la production passée de docteurs, le niveau de financement de la R&D et le nombre de diplômés disponibles.

En dehors des approches économiques des années 70-80, d'autres travaux ont également été proposés à orientation davantage démographiques ou sociologiques (Moffat 1978). La perspective démographique se base essentiellement sur la taille de la population en âge d'entrer à l'université et tente de prévoir les évolutions du nombre de docteurs à l'aide de ces grandes tendances démographiques et des prévisions des taux de scolarisation. Alan

⁵⁴ Il s'agit de quelques études telles que celles de Freeman (1971), Freeman (1975a), Hoffman et Low (1983) que nous avons déjà cité. Voir également le tableau 3.1 dans Ehrenberg (1992, p. 850-851).

Cartter (1976)⁵⁵ explique ainsi que l'offre et la demande de docteurs ont fortement augmenté du fait de l'entrée des cohortes du baby-boom à l'université. L'accent est principalement mis sur les besoins de l'université en enseignants qui génèrent, directement et indirectement, une demande accrue de docteurs.

Cette perspective académique du marché du travail des docteurs a été reprise et analysée plus récemment par une série de travaux américains. C'est notamment le cas du livre de Bowen et Sosa (1989)⁵⁶ qui proposait une étude prospective du marché du travail universitaire pour les 25 prochaines années. Ces études montraient que, bien que l'offre de nouveaux docteurs ait été bien supérieure à la demande d'enseignants du supérieur durant les années 80, les départs à la retraite des cohortes massives d'universitaires recrutés dans les années 60 allaient progressivement créer une demande supplémentaire qu'il serait difficile de satisfaire au rythme actuel de production de nouveaux docteurs. Mais, plus de dix ans après ces études, la situation apparaît relativement différente de celle décrite initialement. Shapiro (2001) résume ainsi la situation, en accord avec les analyses actuelles, du marché du travail des docteurs aux États-Unis, à la fin des années 90 :

« [...] far from the projected shortages, the oversupply of *Ph.D.s* is now as severe as ever [...]. Indeed, some observers have suggested that the continuing tight academic job market of the nineties has created yet another "lost generation" of scholars, like that of the seventies, who were raised on expectations of abundant faculty jobs only to be bitterly disappointed. » (Shapiro 2001 p. 534).

D'autres travaux ont montré que l'environnement institutionnel joue un rôle dans la production des docteurs. L'asymétrie informationnelle qui caractérise le couple doctorant-directeur de thèse peut contribuer à l'augmentation des incitations à l'entreprise des études doctorales. Le directeur de thèse est en effet incité à développer sa visibilité scientifique en embauchant des doctorants. Le doctorant peut être récompensé de ses efforts – son investissement actif dans les activités de recherche – par l'accès privilégié ou facilité à un poste académique que son directeur de thèse peut, dans un second temps, lui permettre.⁵⁷

⁵⁵ Cette étude est également la première du genre qui étudie le marché des universitaires aux États-Unis.

⁵⁶ Qui fait suite à une série de rapports ou d'études du même genre. Pour plus de détails, on peut utilement consulter Shapiro (2001). Cet auteur décrit précisément la structure des modèles utilisés pour parvenir à ces résultats et tente de les évaluer à la lumière de la situation de la fin des années 90.

⁵⁷ Pour une application de la théorie des contrats implicites en ce domaine, voir par exemple Stephan and Levin (1997).

Plus généralement, Massy et Goldman (1995) ont montré que trois facteurs principaux pouvaient expliquer la taille des cohortes de doctorants : le nombre de directeurs de thèse disponibles, le nombre d'assistants et d'enseignants vacataires nécessaires pour encadrer les étudiants, essentiellement les premiers cycles universitaires, et le montant des fonds alloués au financement des études doctorales.⁵⁸ Dans le contexte américain des années 80 et 90 dans certains champs⁵⁹ et dans le contexte français des années 90 à accès facilité aux sources de financement des thèses, ces différents facteurs ont pu jouer un certain rôle.

De nombreuses études entreprises par des économistes se sont, sans surprise, plus spécifiquement centrées sur l'analyse du processus de production des économistes avec quelques résultats qu'il est intéressant de signaler.⁶⁰ C'est le cas notamment de Scott et Anstine (1997) qui étudient les transformations du marché des docteurs en économie aux États-Unis. La conclusion essentielle est que la production d'économistes a peu changé depuis les années 70 aux USA – en termes du nombre de docteurs⁶¹ mais également du nombre d'institutions délivrant des doctorats en économie⁶² –, ce qui amènent nos auteurs à conclure que « it is safe to say that the production of economics Ph.D.'s is a mature industry » (Scott et Anstine 1997 p. 319).

Une étude de cas sur le marché du travail des économistes au Royaume-Uni pose question quant au volume décroissant et insuffisant du nombre de docteurs dans cette discipline outre-manche, mais surtout à la désaffection des titulaires de doctorat pour les carrières académiques (Machin et Oswald 1999, 2000).⁶³ En partant d'interviews d'enseignants, de chercheurs, d'étudiants et de hauts fonctionnaires, et en s'appuyant sur les

⁵⁸ Massy et Goldman (1995) notaient ainsi que “[...] faculty express concern about the labor market for Ph.D.s and will do what they can to place their own students—but their concern does not lead to adjustments in doctoral student intakes. Faculty tend to believe that more scientifically-trained manpower is better than less, and that job opportunities will materialize somehow. In any case, the department’s short-run requirements for inexpensive research and teaching labor, and the desire of faculty to replicate their own skills, is of stronger relevance to admissions decisions than the more abstract and distant concept of labor market balance.”

⁵⁹ Pour le champ des mathématiques, voir Davis (1997).

⁶⁰ Dans la tradition de la table ronde de 1959 dont on peut lire un compte rendu dans Washington Bell *et al.* (1959). Parmi les participants, on trouve des noms connus tels que Robert T. Woodworth, Mary Electa Robinson, Louis Levine, H. K. Allen, Henry Arthur, Emerson P. Schmidt ou T. W. Schultz.

⁶¹ Ce nombre tourne autour de 800 à 900 chaque année depuis 1973, maximum observé cette année-là avec 942 doctorats en économie attribués. Pour plus d'informations sur les docteurs en économie aux États-Unis, consulter Krueger (1991), Hansen (1991) et l'actualisation des résultats dans Siegfried et Stock (1999).

⁶² Ce nombre est d'environ 120.

⁶³ Le rapport au ESRC, qui fournit la base à l'article dans l'*Economic Journal*, peut être téléchargé sur la page web d'Andrew Oswald (<http://www.oswald.co.uk>).

données disparates disponibles, Machin et Oswald attribuent le déclin du nombre de doctorants en économie⁶⁴ – et particulièrement celui des doctorants anglais⁶⁵ – aux évolutions des salaires des économistes. Par rapport à la stabilisation des salaires réels des économistes universitaires (entre la fin des années 80 et la fin des années 90), les salaires réels des économistes du secteur privé ont fortement augmenté :

« Over ten years, academic pay has fallen behind the remuneration packages of economists working in the private sector by approximately 20-30% (depending exactly which comparison is used » (Machin et Oswald 2000 p. 340).

L'effet des anticipations de salaires ont alors probablement désincité des étudiants à entreprendre un doctorat en économie – on constate qu'un Master peut suffire à avoir un emploi bien rémunéré, essentiellement dans la City – et, pour ceux titulaires d'un doctorat en économie, à entrer dans le secteur académique.

1.2.2. ...à des considérations de mobilité internationale

Commençons ce paragraphe par une brève illustration extraite d'un rapport réalisé par l'Institute for Employment Studies (Pearson *et al.* 2001). Dans les années 1990, la croissance du nombre de diplômés scientifiques de niveau supérieur a été particulièrement rapide en France. Les sciences de la nature et de la vie sont majoritairement responsables de cette augmentation et contribuent à hauteur d'un cinquième du nombre de diplômés aujourd'hui. La France a d'ailleurs la plus grande part de scientifiques dans ces disciplines. Ce rapport conclut alors à l'existence d'une certaine surproduction de diplômés dans ces secteurs scientifiques face aux offres disponibles correspondant aux niveaux de qualifications les plus élevés. La conclusion qui émerge est que les situations de sous-emploi et de sous utilisation de la main-d'œuvre scientifique se retrouvent essentiellement au niveau du doctorat en France. Quelques solutions sont alors avancées pour remédier à cette situation. Du côté de la demande, le rapport note que les universités devraient être capables de construire de meilleures relations avec les employeurs, principalement avec le secteur privé. Du côté de l'offre, nos auteurs remarquent que les employeurs auraient tout intérêt à identifier leurs

⁶⁴ Par manque de données globales les auteurs se reportent sur les financements du ESRC attribués aux étudiants en économie. Ils constatent alors par exemple que « The relative position of economics in terms of applications [for ESRC research studentships] from EU and UK students combined has fallen from 7.9% of total applications in 1991 to 6.7% in 1997 » (Machin et Oswald 2000 p. 336).

besoins réels de long terme. Mais au-delà de ces considérations qui ne font appel qu'à des changements institutionnels progressifs et uniquement possibles à long terme, une autre solution est avancée : permettre un ajustement entre marchés du travail nationaux. En effet, la mobilité internationale peut être moins coûteuse que les ajustements intra nationaux.

On distingue traditionnellement deux types de mobilités, la mobilité interne et la mobilité externe. La mobilité géographique peut être divisée entre mobilité géographique (régionale, nationale ou internationale) et mobilité issue du « turnover » (changement d'emplois, que ceux-ci soient nouveaux ou existants). La mobilité interne est relative aux changements dans les « occupations » (évolution dans la hiérarchie/classification des emplois) et/ou aux mouvements au sein des entreprises (entre départements et établissements). A l'aide de cette classification, on peut isoler différents types principaux de mobilité sur le marché du travail des scientifiques et des ingénieurs : mouvements du système éducatif au marché du travail⁶⁶, mobilité au sein du secteur académique et public de recherche, mobilité entre ces secteurs et le secteur privé, et, enfin, mobilité internationale. C'est cette dernière qui nous préoccupe ici.

Les considérations relatives à la mobilité internationale des scientifiques et des ingénieurs sont tout aussi anciennes que celles que nous venons d'évoquer à propos du surplus/déficit de main-d'œuvre scientifique et leur sont directement liées. Une des causes souvent avancées – dans les pays en développement, mais aussi au Canada et en Grande-Bretagne – pour expliquer un déficit en main-d'œuvre qualifiée est la fuite des cerveaux vers l'extérieur. Mais comme nous venons de le noter à l'instant, la mobilité internationale de la main-d'œuvre scientifique peut également être une conséquence ou une solution aux désajustements observés sur le marché du travail.

Le concept de brain drain, qui a fait l'objet d'une ample littérature après la seconde guerre mondiale, illustre historiquement l'importance accordée à la mobilité internationale des scientifiques ; les difficultés de mesure rencontrées, qui sont toujours pour partie d'actualité, ont permis des avancées intéressantes dans la standardisation internationale de statistiques (1.2.2.1.).

⁶⁵ Depuis le début des années 90, les départements d'économie des plus grandes universités accueillent en moyenne moins de 2 nouveaux doctorants anglais chaque année.

⁶⁶ Ce qui est plus couramment appelé dans la littérature la transition école-travail (« school to work transition »).

Aujourd'hui, la mobilité internationale des scientifiques s'effectue surtout en direction des États-Unis aux niveaux de qualification les plus élevés (1.2.2.2.).

1.2.2.1. Quelques brèves considérations historiques et statistiques

Comme nous l'avons fait dans la section précédente, il nous semble utile de revenir à de brèves considérations historiques permettant de mieux comprendre la situation et les perspectives actuelles, sans toutefois nous fourvoyer en remontant trop en arrière.

Si les préoccupations américaines après la deuxième guerre mondiale concernaient essentiellement le déficit en main-d'œuvre scientifique, les inquiétudes anglaises, et canadiennes⁶⁷, de la même époque se situaient dans la fuite des cerveaux dont le Royaume-Uni était supposé être la victime. Le terme *brain drain* serait d'ailleurs issu du contexte anglais des années d'après-guerre.⁶⁸ Le British Advisory Council on Science Policy (ACSP) a entrepris un grand nombre de travaux qui tentaient d'évaluer l'offre de scientifiques et d'ingénieurs et s'essayaient à des travaux de prévision de demande.⁶⁹ Ces travaux, ainsi que ceux de la Royal Society, ont rapidement été critiqués, essentiellement pour la faible qualité des exercices de prévision, et ont subi des critiques « politiques » identiques à celles observées aux États-Unis⁷⁰. Blaug et Gannicott (1964) précisaient les problèmes inhérents aux statistiques utilisées pour justifier le *brain drain*, problèmes qui ne sont somme toute pas très différents des problèmes que nous rencontrons actuellement – notamment en ce qui concerne la disponibilité des données migratoires, autres qu'américaines, par niveau de qualifications précis et pour mesurer les flux d'entrée dans les pays concernés –, en dépit des efforts entrepris par l'OCDE pour harmoniser les statistiques actuelles au niveau international.

En effet, les mesures de la main-d'œuvre scientifique et technique utilisées alors n'étaient basées sur aucun standard international. L'OCDE se contentait alors de collecter les

⁶⁷ L'émigration scientifique canadienne a de nouveau donné lieu récemment à une série de travaux. Voir par exemple, Helliwell (1999), Iqbal (2000), Zaho, Drew et Murray (2000) et OST (2000b).

⁶⁸ Contexte caractérisé selon Johnson (1965), un auteur du courant « internationaliste » de la littérature sur le *brain drain*, par une politique gouvernementale de limitation de la croissance des salaires, et plus globalement de limitation des dépenses publiques en faveur de la science, politique qui se serait traduite par une émigration des scientifiques anglais vers les États-Unis et le Canada. À ce propos, l'auteur note ainsi que, contrairement aux idées reçues, le Canada aurait été un des principaux bénéficiaires de l'échange de main-d'œuvre qualifiée depuis la seconde guerre mondiale et que ce pays aurait fourni davantage les « drains » que les « brains » au reste du monde.

⁶⁹ Pour une liste de ces travaux, voir Godin (2002) p.11.

⁷⁰ Un article de Blaug et Gannicott dans *Higher Education Review* de 1964 avait pour titre : « Manpower Forecasting since Robbins: A Science Lobby in Action » (volume 2, No. 1).

statistiques nationales. Deux problèmes importants ont alors été négligés. D'une part, ces statistiques étaient basées sur des nomenclatures et des conventions différentes d'un pays à l'autre. D'autre part, la plupart des pays utilisaient des mesures basées sur les niveaux d'éducation, en négligeant ainsi le côté demande puisque les individus possédant des emplois de scientifiques, d'ingénieurs ou des postes équivalents mais ne disposant pas d'un niveau de qualification formel équivalent n'étaient pas comptés comme faisant partie de la main-d'œuvre scientifique et technique.

La question de la mobilité internationale de la main-d'œuvre, et de ses conséquences, a été abordée en économie – et ces thèmes ont connu un nouveau sursaut dans la période récente – essentiellement dans la perspective du commerce international (Ishikawa 1996, Goodfriend et McDermott 1998) et principalement pour ses conséquences sur le niveau des salaires (Engerman et Jones 1997). La fuite des cerveaux (*brain drain*), qui peut être expliquée par des raisons d'accumulation du capital humain, a très majoritairement été étudiés entre pays en développement et pays développés dans une perspective, soit de développement économique (Bhagwati 1985), soit plus démographique d'étude sur les populations (Miyagiwa 1991). D'autres notions ont ensuite été proposées pour tenir compte de la plus grande complexité des migrations internationales⁷¹ de la main-d'œuvre hautement qualifiée, telles que la circulation des cerveaux (*brain circulation*)⁷² et l'« échange » de cerveaux (*brain exchange*)⁷³. L'émigration internationale de la main-d'œuvre qualifiée est alors vue en général comme une fuite des talents des économies les moins développées. Récemment, des modèles plus dynamiques de « fuite des cerveaux » ont apporté un certain renouveau à ces thèmes. Dans ces nouveaux modèles de croissance « endogène », le *brain drain* peut en effet être bénéfique, sous certaines hypothèses, même pour les pays en développement, ou plus généralement, pour les pays connaissant une migration de la main-d'œuvre (Mountford 1997, Vidal 1998, Fischer 1999, Beine et al. 2001). Dans la catégorie de la main-d'œuvre qualifiée, diverses professions ont plus particulièrement été étudiées, comme les médecins (Miller et al. 1998), les banquiers (Beaverstock 1994) et – ce sont les études les plus nombreuses – les

⁷¹ Plusieurs auteurs, géographes en général, considèrent que les termes de migrant ou de migration s'appliquent d'ailleurs assez mal à ces nouvelles populations hautement qualifiées dont la mobilité est plus intermittente et de court terme que permanente et de long terme (voir par exemple Koser et Salt 1997).

⁷² Ce terme a d'abord été proposé par Gaillard et Gaillard (1998), avant d'être repris par Johnson et Regets (1998). Il s'agit d'une forme de mobilité internationale dont l'impact est positif pour les différents pays.

⁷³ Cette forme implique un échange d'expertise bilatérale.

scientifiques et les universitaires (North 1995b, Gaillard et Gaillard 1998a, 1998b, Johnson et Regets 1998, Mahroum 1999a).⁷⁴

Terminons cette section par des considérations de nomenclatures et de statistiques⁷⁵ qui ne sont pas à négliger lors des comparaisons internationales inhérentes à la plupart des travaux sur le *brain drain* mais plus généralement à l'ensemble des études ayant pour vocation à effectuer des comparaisons internationales en matière de main-d'œuvre scientifique et technologique.

Des efforts récents – durant la dernière décennie – et importants ont été entrepris par l'UNESCO puis par l'OCDE, auquel s'est joint Eurostat, pour établir une nomenclature internationale des professions scientifiques et techniques d'une part, et des niveaux d'éducation et de diplômes d'autre part.

C'est le Technology Economy Program (TEP) de l'OCDE qui a initié les évolutions actuelles dans la collecte et le traitement des statistiques de main-d'œuvre scientifique et technologique (OECD 1993). Après avoir identifiée une douzaine de concepts différents pour décrire la main-d'œuvre scientifique et technologique, l'OCDE et Eurostat ont alors développé le concept de ressources humaines consacrées à la science et à la technologie – *Human Resources devoted to Science and Technology*, HRST –, dont les standards sont disponibles dans le manuel de Camberra adopté en 1995 (OECD 1995).⁷⁶ La HRST comprend les individus qui, soit ont un diplôme de niveau tertiaire dans le champ de la science et la technologie⁷⁷, soit, même s'ils ne disposent pas formellement de ce type de diplôme, possèdent néanmoins un emploi scientifique et technologique⁷⁸ dont les qualifications nécessaires requièrent *normalement* la possession d'un tel diplôme. Cette définition, si elle répond aux objections que nous avons avancées précédemment, et notamment si elle tient compte du côté offre (les diplômés) et du côté demande (les emplois), n'en demeure pas

⁷⁴ Ce dernier auteur a publié deux autres articles sur ce qu'il appelle les « globetrotters » (Mahroum 1999b, 2000).

⁷⁵ Ces considérations nous seront utiles lors de la présentation des comparaisons internationales qui seront établies au chapitre 3, section « 2.3. La main-d'œuvre scientifique » (p. 376).

⁷⁶ Basé sur les travaux d'un groupe d'experts, le NESTI (National Experts in Science and Technology Indicators).

⁷⁷ Ce niveau d'éducation repose sur l'utilisation de la nomenclature ISCED (International Standard Classification of Education).

moins critiquable. La classification double (emplois/niveaux d'éducation) n'est en effet pas homogène et peut rendre les comparaisons difficiles. C'est pourquoi, le manuel de Cambera et certains travaux qui ont suivi⁷⁹ se sont restreints à l'étude de sous segments de la HRST, notamment la population HRST cœur, définie comme les individus satisfaisant aux deux conditions précédentes, ou à l'analyse de la seule population des scientifiques et des ingénieurs.

Malgré ces améliorations notables dans la standardisation internationale de statistiques relatives à la main-d'œuvre scientifique et technologique, des problèmes persistent quant à la mesure du brain drain.⁸⁰ En effet, comme le soulignent Auriol et Sexton :

« One feature that applies to most of the above-mentioned sources [of migration statistics] is that they only measure inflows. While many countries provide many aggregate estimates for gross migration outflows, it is rarely possible to derive detailed information on emigration. » (Auriol et Sexton 2001 p. 19).

Malgré toutes les difficultés de mesure que nous venons de présenter, il n'en demeure pas moins que les États-Unis attirent, sans conteste, une part importante et croissante de la main-d'œuvre scientifique et technologique mondiale.

1.2.2.2. Une illustration : les États-unis, pôle mondial d'attraction de la main-d'œuvre scientifique et technologique

Les États-Unis jouent un rôle dominant sur les trois segments du marché des migrations scientifiques et technologiques internationales que constituent le marché des études à l'étranger, le marché des post-doctorants⁸¹ et le marché des personnels hautement qualifiés formés.⁸²

⁷⁸ L'International Standard Classification of Occupations (ISCO) sert le plus souvent de base à la définition de ces emplois. Cette nomenclature des emplois semble toutefois moins bien définie que l'ISCED, plus communément acceptée.

⁷⁹ Pour plus de précision sur ce point, voir Auriol et Sexton (2001) p. 5 et suivantes.

⁸⁰ D'autres difficultés sont également apparues dans les concepts utilisés par le manuel de Cambera et diverses révisions et améliorations du manuel sont en cours depuis 2001. Ce qui fait dire à Auriol et Sexton qu'on n'en sait pas plus aujourd'hui sur la mobilité internationale des scientifiques et des ingénieurs qu'à la fin des années 60.

⁸¹ Il est traditionnel d'isoler, avec Gaillard et Gaillard (1999, 2002) par exemple, les deux premiers segments, auxquels nous avons ajoutés le troisième qui nous semble important compte tenu des spécificités de cette population (chercheurs en formation, mobilité importante mais temporaire...).

⁸² Le rapport de Blondel (2003) pour la Ministre de la recherche soulignait la difficulté d'appréhension du phénomène de la fuite des cerveaux français à l'aide des indicateurs disponibles et soulignait la nécessité de construire de nouveaux indicateurs. Nous ne pouvons que souscrire à ce diagnostic en notant que les seules

Le premier segment est celui des études à l'étranger. Les États-Unis accueillent une grande proportion d'étudiants étrangers, ces derniers constituant une part essentielle de la migration des ressources humaines pour la science et la technologie. A la fin des années 90, la part du nombre mondial total d'étudiants étrangers accueillis sur le sol américain était ainsi de 37,1%. Par comparaison, la France n'accueillait que 13,9% d'étudiants étrangers ces étudiants (OECD 2002). Les étudiants d'origine étrangère étaient ainsi 583 000 en 2001 aux Etats-Unis, mais l'Europe à 15 en accueillait près de 795 000 (European Commission 2003d).

La majorité des étudiants étrangers dans l'Union Européenne provient de l'Union Européenne ainsi que de la Pologne et de la Bulgarie.⁸³ Au sein de l'UE, le Royaume-Uni, l'Allemagne et la France sont les trois pays qui accueillent le plus d'étudiants étrangers, mais l'origine de ces étudiants est différente, le Royaume-Uni et l'Allemagne accueillant majoritairement des étudiants asiatiques (particulièrement d'origine chinoise) alors que la France puise dans ses viviers traditionnels d'origine africaine.⁸⁴

Les étudiants étrangers aux Etats-Unis proviennent en premier lieu du continent asiatique, les indiens étant dorénavant le groupe le plus représenté, suivi des chinois, des coréens, des japonais et des taïwanais. Les allemands et les anglais, les deux premiers pays européens de la liste, arrivent respectivement en onzième et quatorzième positions.

Mais les États-Unis semblent attirer davantage encore les étudiants les plus avancés et les étudiants des disciplines scientifiques. La progression de la proportion d'étrangers aux États-Unis parmi les doctorants et les nouveaux docteurs (Figure 2) est ainsi frappante.⁸⁵

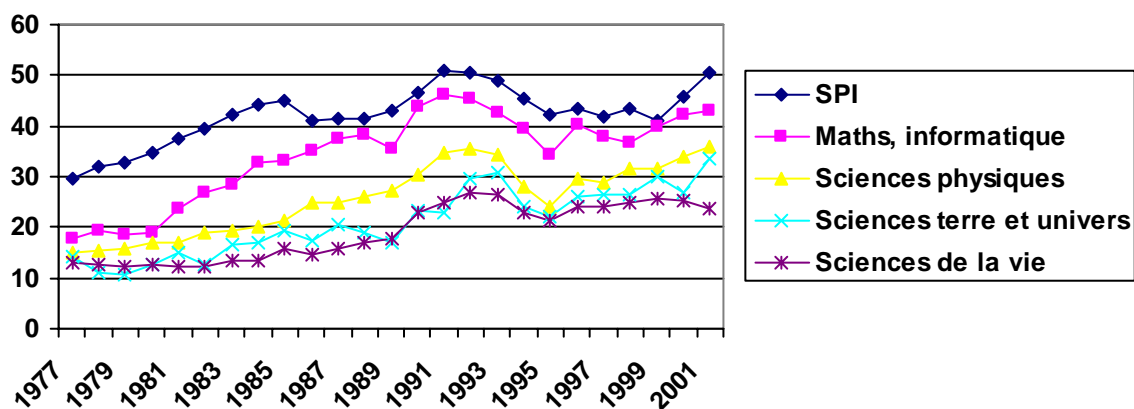
données disponibles à peu près complètes sont fournies par la NSF, la plupart des autres pays ne disposant que de peu de statistiques exploitables sur le sujet.

⁸³ Au sein de l'UE15, ce sont les étudiants grecs qui sont les plus mobiles, suivis des français, des allemands, des italiens et des espagnols (European Commission 2003d, p. 52).

⁸⁴ Des détails plus précis par pays peuvent être trouvés dans l'étude récente coordonnée par Wendy Hansen du MERIT sur le brain drain (Hansen 2004). Parmi les contributeurs à cette étude on compte également Sveva Avveduto (CNR) et Annamaria Inzelt (IKU).

⁸⁵ Voir également Aslanbeigui et Montecinos (1998) et Stephan et al. (2001).

Figure 2. Proportion de docteurs étrangers aux USA (%).



Source: SED. Note : proportion de docteurs diplômés aux USA non citoyens américains sur visas permanents ou temporaires parmi l'ensemble des diplômés de doctorat dont la citoyenneté est connue.

Selon les données de la National Science Foundation (National Science Board 2000), la proportion de doctorants étrangers en sciences est ainsi passée de 17 à 33% entre la fin des années 70 et la fin des années 90. La proportion d'étrangers parmi les doctorants, toutes disciplines confondues, pour les quelques pays dont des données standardisées par l'OCDE sont disponibles, est présentée dans le Tableau 1. Cette proportion est d'importance pour la Suisse, la Belgique, le Royaume-Uni et les Etats-Unis. Il apparaît clairement que l'UE attire globalement une proportion bien moindre de doctorants étrangers que les États-Unis, pour une production annuelle de docteurs, absolue et relative, supérieure.⁸⁶

⁸⁶ Cette dernière conclusion est confirmée par le calcul d'indicateurs alternatifs, notamment si on compare la production annuelle de docteurs à la population âgée de 25 à 34 ans, population de référence qui peut être considérée comme étant plus adaptée que la population globale utilisée dans le tableau précédent. Dans ce cas, les taux sont respectivement de 0,55, 0,41 et 0,27 en 2001 pour l'UE15, les USA et le Japon. On retrouve également approximativement la même hiérarchie des pays européens. Les plus productifs sont, dans l'ordre, la Suède (1.37), la Suisse (1.11), la Finlande (1.01), l'Allemagne (0.80), la France (0.71), le Royaume-Uni (0.68) et l'Autriche (0.65) (European Commission 2003d, p. 50).

Tableau 1. Production annuelle de docteurs et proportion de doctorants étrangers dans quelques pays de l'OCDE.

	Diplômés de doctorat		Doctorants étrangers
	Nombre	Par million d'hab.	En % de l'ensemble des doctorants
Suisse	2733	380	37
Belgique	1147	112	36
Royaume-Uni	11568	194	34
USA	44808	163	27
Australie	3687	191	21
Canada	3978	129	17
Norvège	658	147	15
Ensemble de l'OCDE	147575	131	15
Suède	3049	344	14
Autriche	1790	221	14
Espagne	6007	150	12
UE	70175	185	11
Finlande	1891	365	6
Portugal	1586	158	6
République Tchèque	895	87	6
Italie	3557	62	1
Corée	6143	131	1

Source : OECD, Education and MSTI Databases, 2002.

Les données harmonisées par la NSF pour quatre pays, présentées dans le Tableau 2, permettent de constater que la proportion de diplômés de doctorat d'origine étrangère est variable d'un pays à l'autre mais qu'elle dépend également de la discipline considérée. Les USA semblent attirer les étudiants étrangers au niveau doctoral dans la majorité des disciplines à l'exception des sciences sociales. Le Royaume-Uni, qui, au contraire des USA a une proportion de docteurs étrangers élevée en sciences sociales, attire relativement moins les doctorants dans les sciences « naturelles » (qui regroupent ici physique, chimie et sciences de la vie). L'Allemagne accueille une population étrangère doctorale limitée. Enfin, la France est dans une situation médiane par rapport au pôle USA-Royaume-Uni d'un côté, et Allemagne de l'autre.⁸⁷

⁸⁷ Il conviendrait d'analyser plus précisément ce marché des doctorants étrangers, notamment la provenance, les modes de recrutement et de financement, différents selon les pays. Dedieu (2003) montre, dans le cas de la France, que les doctorants sont une ressource en cas de pénurie de candidats français, comme c'est le cas depuis quelques années pour de nombreux laboratoires français, et qu'ils apportent un financement « clé en main ».

Tableau 2. Proportion de diplômés de doctorat d'origine étrangère pour quatre pays, 1998 ou 1999 (données standardisées par la NSF, %).

	France	Allemagne	RU	USA
Sciences naturelles	17,1	7,4	23,4	34,2
Mathématiques et informatique	31,0	8,7	37,9	47,1
Sciences sociales	27,0	6,3	43,8	18,9
SPI	29,8	9,9	43,9	48,6
Ensemble	23,0	8,3	33,4	34,2

Source : Science and Engineering Indicators 2002, NSF. Les sciences naturelles correspondent ici à la physique, à la chimie et aux sciences de la vie.

Aux États-Unis, l'accroissement du nombre de doctorants provenant de l'immigration serait essentiellement due aux visas temporaires accordés par les services de l'immigration américains depuis le milieu des années 80, avec des accroissements plus faibles et des fluctuations plus importantes pour les immigrés permanents. La proportion de nouveaux docteurs ayant un visa d'immigration temporaire est ainsi passée d'environ 12% au début des années 80 à 26,2% en 1992, puis est restée stable autour de 22-23% jusqu'à la fin de la décennie, même si elle est repartie à la hausse sur les deux dernières années (24,4% en 2000). La proportion de docteurs étrangers qui possède un visa permanent est restée constante autour de 4-5% durant toute la décennie 80. Cette proportion a ensuite augmenté jusqu'à 10,6% en 1995 avant de revenir à 4,9% en 2000.⁸⁸ La croissance du nombre de docteurs après 1985 est donc très majoritairement due à l'immigration d'étudiants étrangers ayant un visa temporaire.⁸⁹

Certains auteurs notent que la loi sur l'immigration de 1990⁹⁰ qui spécifie des catégories d'individus cherchant à entrer aux USA, et accorde en particulier une considération accrue à ceux possédant des compétences ou des qualifications spécifiques⁹¹, aurait accru le nombre de docteurs. Toutefois, la législation développée alors ne s'appliquait pas directement aux

⁸⁸ Dans les disciplines sciences et sciences pour l'ingénieur dans leur ensemble, tous niveaux confondus, la proportion d'étudiants étrangers inscrits a diminué de 1993 à 1996.

⁸⁹ Mais ceci demeure un point controversé aux Etats-Unis... Voir North (1995b), Carnoy (1998), Weinstein (2000).

⁹⁰ Le Congrès a autorisé le triplement du nombre de visas permanents pour les immigrés hautement qualifiés après qu'une étude controversée de la NSF a été publiée. En 1989, Erich Bloch, alors directeur de la NSF avançait que si aucune action n'était mise en oeuvre, le déficit cumulé en scientifiques et ingénieurs serait de 675,000 sur les deux décennies suivantes. Ces affirmations ont ensuite été renforcées par une publication largement diffusée de Richard Atkinson, président de l'American Association for the Advancement of Science. Certains auteurs, avec Weinstein (2000), parlent de cette étude comme d'une "seriously flawed study" et ajoutent que "there was really no basis to predict a shortage".

individus ayant un visa temporaire. C'est plutôt le contexte général de la fin des années 80 et du début des années 90 qui aurait favorisé l'arrivée de nouveaux immigrants temporaires hautement qualifiés dans le champ de la science et de la technologie.⁹²

Mais les conséquences de cette arrivée de docteurs étrangers aux USA sur le marché du travail scientifique et sur l'économie américaine dans son ensemble vont dépendre de la proportion d'individus, qui, une fois terminé leur doctorat, vont rester sur le sol américain. La NSF note ainsi :

“Historically, about one-half the foreign students who earned S&E doctoral degrees within U.S. universities planned to locate in the United States, and a smaller proportion, about 40 percent, had firm offers to do so. In the 1990s, however, foreign doctoral recipients from Asia, Europe, and North America increasingly planned to stay in the United States and received firm offers to do so. By 1997, 69 percent of foreign doctoral recipients in S&E fields planned to stay in the United States following the completion of their degrees, and 50 percent had accepted firm offers to do so.” (Science and engineering indicators 2000, Chapter 4, p.34).

Finn (1997) montrait ainsi que 47% des immigrants temporaires diplômés de doctorat en 1990-91 aux États-Unis travaillaient toujours aux USA en 1995. C'était le cas de respectivement 79% et 88% des immigrants provenant de l'Inde et de la Chine. En comparaison, seulement 11% des sud-coréens étaient toujours sur le sol américain à cette date. Les taux correspondants pour les anglais et les allemands, dont le nombre de doctorants aux USA est bien inférieur aux pays mentionnés ci-dessus, s'établissaient à 59 et 35%. Finn montrait par ailleurs que sur 25 ans, en utilisant une cohorte de diplômée de doctorat en 1970-72 et en observant leur localisation en 1995, un étranger sur deux est, dans les faits, resté aux États-unis, et que le taux de retour après 10 ou 20 ans de travail aux USA est pratiquement nul.

Une proportion croissante des post-docs⁹³, et c'est notre deuxième segment, – de 33% en 1979 à 53% en 1999 – est pourvue par des étrangers résidents temporaires sur le sol américain. Alors que dans les sciences physiques et dans les sciences pour l'ingénieur, la proportion d'étrangers est demeurée à peu près stable depuis le début des années 80, il n'en

⁹¹ Cette loi a donné aux universités des privilèges spécifiques pour l'emploi d'universitaires étrangers.

⁹² Cet afflux de doctorants étrangers ne semble pas non plus être dû à des événements politiques particuliers tels que la fin de l'Union Soviétique ou la répression politique chinoise qui a suivi les manifestations de la place Tiananmen, même si cela a pu jouer marginalement.

⁹³ Pour de plus amples informations sur le sujet, notamment sur la qualité des données concernant le nombre de post-docs aux USA, on pourra utilement se reporter au rapport de la Commission on Professionals in Sciences and Technology de 2002 intitulé *Postdocs: What We Know and What We Would Like to Know* (CPST 2002).

est pas de même pour les sciences de la vie pour lesquelles on observe une augmentation régulière de post-doctorants étrangers (Tableau 3 et Figure 3). En niveau absolu, le nombre de post-doctorants étrangers en sciences de la vie aux États-Unis est ainsi passé de 3 200 au début des années 80 à 17 000 en 2001. Dans le même laps de temps, le nombre de post-doctorants étrangers est respectivement passé de 2 200 à 4 200 et de 700 à 2 200 en sciences physiques et en sciences pour l'ingénieur. En distinguant plusieurs groupes parmi les post-doctorants présents sur le sol américain en 2001 selon la discipline et la nationalité, comme le fait la Figure 4, on voit que les post-doctorants en sciences de la vie d'origine étrangère sur visas temporaires représentent 41% du nombre total de post-doctorants, les post-doctorants en sciences de la vie citoyens américains et résidents permanents 33%, les post-doctorants des autres disciplines d'origine étrangère 17% (10 % pour les sciences physiques, 7% pour les autres disciplines) et les post-doctorants des autres disciplines citoyens américains et résidents permanents 9% (sciences physiques 5%, autres disciplines 4%).

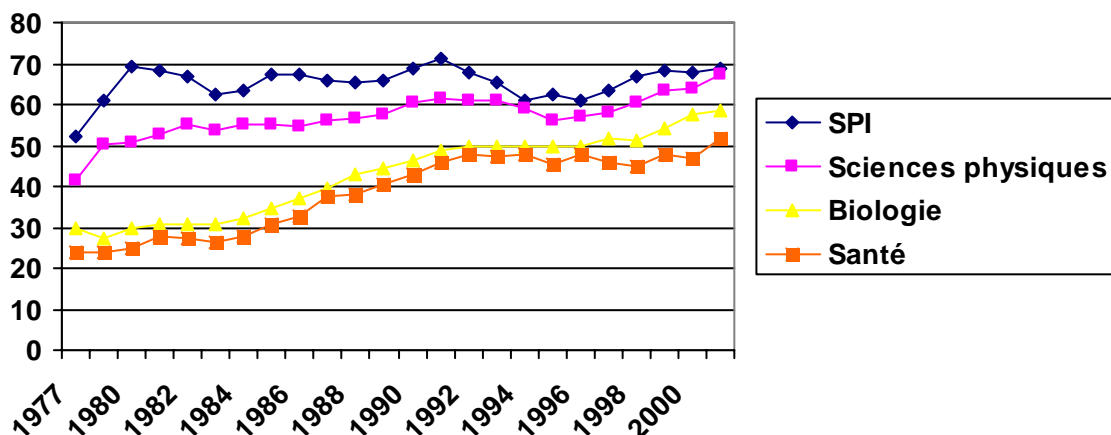
Le nombre de post-doctorants français présents aux États-Unis en 2000 était, lui, évalué entre 1 000 et 3 000 (Seznec et Martin-Rovet 2001).

Tableau 3. Proportion de post-doctorants étrangers aux États-Unis pour trois grandes disciplines (%).

	1980	1985	1990	1995	2001
Sciences de la vie	28	34	45	48	56
Sciences physiques	51	55	60	56	67
SPI	69	67	69	62	69

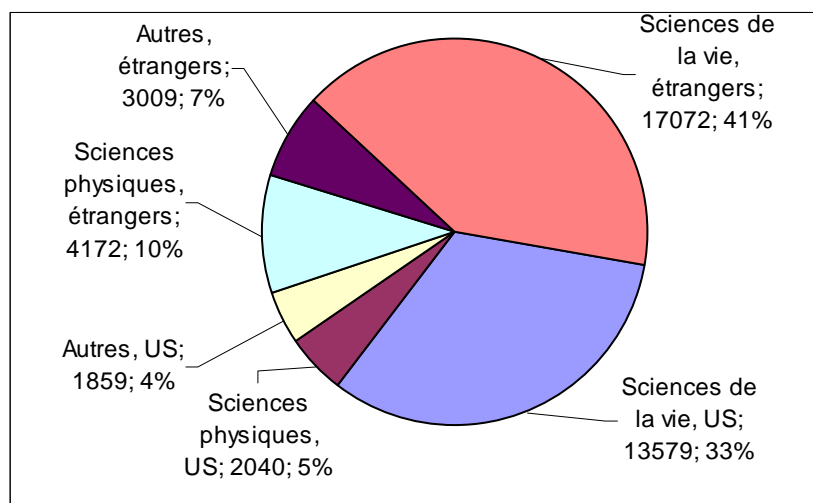
Source: NSF WebCASPAR Database System. Il s'agit du rapport en % de deux variables : GSSTotPd (postdoctorates) et GSSFmPd (foreign postdoctorates temporary residents).

Figure 3. Proportion de post-doctorants étrangers aux États-unis (%).



Source : NSF WebCASPAR Database System.

Figure 4. Répartition du nombre de post-doctorants présents aux USA en 2001 selon la discipline et la nationalité.



Source : NSF WebCASPAR Database System. Répartition en six groupes du nombre de post-doctorants (nombre et pourcentage). Etrangers : post-doctorants d'origine étrangère avec visas temporaires. US : citoyens américains et résidents permanents.

L'enquête en ligne menée par *The Scientist*, « Best places to work for postdocs », confirme en partie l'attractivité des USA pour les post-doctorants.⁹⁴ Les résultats 2003 de cette étude, portant sur les réponses fournies par 2800 post-doctorants travaillant aux Etats-

Unis, au Canada et en Europe de l'Ouest, montrent que les Etats-Unis se classent globalement (tous critères confondus⁹⁵) en septième position, le Royaume-Uni en dixième position et la France en douzième position. Le Danemark, la Belgique, la Finlande, la Suisse et les Pays-Bas occupent selon ce classement les cinq premières places. En revanche, le classement par pays varie lorsqu'il est établi par rapport aux critères qualifiés de prioritaires par *The Scientist* (les USA se classent alors en quatrième position) ou par rapport à des critères institutionnels (ils sont alors en troisième position). La France ne dépasse pas la septième position quelque soit la nature des critères retenus.⁹⁶ Le classement des institutions par les post-doctorants confirme le rôle prépondérant des Etats-Unis, puisque, quelque soient les critères utilisés, les universités ou les centres de recherche américains trustent les premières places.⁹⁷ Les conclusions de cette enquête confirment celles de Dedieu (2003) selon lesquelles la France peine à attirer les post-doctorants provenant des pays réputés pour la qualité de leurs structures de recherche. En effet, seuls les laboratoires français les plus renommés parviennent à recruter « à l'américaine ».⁹⁸

Le troisième segment, celui des personnels hautement qualifiés « déjà formés », dont nous dirons simplement quelques mots ici⁹⁹, était évalué, en stock, en 1999, à près de 760 000 aux Etats-Unis. Il s'agit ici du nombre d'employés en science et ingénierie¹⁰⁰ d'origine étrangère travaillant sur le sol américain, sur une population active totale en science et ingénierie d'environ 3,5 millions. Et sur ces 760 000, on compterait environ 85 000 individus

⁹⁴ Même si les résultats de ce sondage sont à prendre avec précaution comme l'écrivent Park, Grimwade et Cohen (2003, p. 18) eux-mêmes, « Though not a scientific study, the survey's results, and the views expressed in it, provide a compelling portrait of postdocs' goals and expectations ».

⁹⁵ Un certain nombre de critères ont été utilisés pour établir ce classement (conditions de travail, qualité de la supervision, conseil et de la formation...).

⁹⁶ Les résultats du survey 2004 seront disponibles début février 2004. Pour plus d'informations, voir Park, Grimwade et Cohen (2003) et Jaffe (2003). Consulter également <http://www.the-scientist.com/postdoc/postdoc.htm>.

⁹⁷ Tous critères confondus, le classement des dix premières institutions est le suivant : Rutgers University, University of Miami, Princeton University, Dalhousie University, University of Nebraska, Medical College of Wisconsin, National Cancer Institute, University of California Davis, University of Iowa, University of Kentucky.

⁹⁸ En chimie et en sciences de la vie, les post-doctorants constituent entre 30% et 50% du personnel des laboratoires enquêtés par Dedieu et Musselin. Ils constituent pour les laboratoires français – comme pour leurs homologues étrangers d'ailleurs – une main-d'œuvre efficace, peu chère et sans engagement. Les post-doctorants subissent ainsi souvent une forte pression. L'enquête de Dedieu, menée grâce à la réalisation d'une centaine d'entretiens semi-directifs auprès des directeurs d'unités mais également auprès des chercheurs, des doctorants et des post-doctorants étrangers, analyse les pratiques d'insertion des post-doctorants et chercheurs étrangers dans les laboratoires publics et les entreprises privées en France.

⁹⁹ Puisque nous aurons l'occasion d'y revenir dans le chapitre 3.

originaires de l'UE (European Commission 2003d, p. 46). Entre 1995 et 1999, si on constate une augmentation de la part de la population active en science et ingénierie d'origine étrangère aux Etats-Unis – cette part passe de 16 à 23% –, une évolution similaire n'est pas observée pour les européens, leur part globale restant approximativement identique. En revanche, on peut observer une certaine augmentation des étrangers d'origine anglaise¹⁰¹ et des pays candidats à l'accession à l'UE.¹⁰² En flux, la conclusion est identique puisque l'UE est globalement peu représentée, ses émigrants ne représentant que 7,6% des 26 000 visas H1B attribués en 2001.¹⁰³

D'autres indicateurs confirment ce rôle prédominant des États-Unis en termes d'émigration scientifique et technologique. Ainsi, à la fin des années 90, 50% du stock d'emplois de scientifiques et d'ingénieurs était détenu par des individus qui sont nés à l'étranger, avec la montée en puissance, comme pour les doctorants et post-doctorants, d'émigrants d'Asie du Sud Est. Saxemian (1999) signale également que près de 30% des start-up de la Silicon Valley auraient été créées par des émigrants Chinois ou Indiens sur la période 1995-98.¹⁰⁴ Un débat déjà ancien aux Etats-Unis, mais ravivé depuis 1995 au moment du vote des nouvelles lois sur l'émigration dont nous avons parlées, consiste à savoir dans quelle mesure cette émigration scientifique a contribué aux succès scientifiques et technologiques américains...¹⁰⁵

Le rôle prédominant des Etats-Unis sur le marché des migrations internationales scientifiques et technologiques est donc incontestable. Mais leur situation est également fragile puisque les secteurs des hautes technologies dépendent grandement de la disponibilité

¹⁰⁰ Rappelons qu'il s'agit de la définition large de la NSF, qui comprend notamment les sciences sociales.

¹⁰¹ Les plus présents aux USA avec les allemands, soit environ 25 000 individus pour chacun de ces pays. Les français sont bien moins nombreux, environ 5 000.

¹⁰² Pour des précisions par pays voir aussi Hansen (2004).

¹⁰³ Les anglais sont près de 10 000, les allemands et les français près de 4 000 chacun.

¹⁰⁴ Pour plus de statistiques sur l'émigration des scientifiques et ingénieurs chinois, consulter Johnson (2001). D'autres statistiques plus globales sur la présence étrangère au niveau doctoral peuvent être trouvées dans Johnson (1998).

¹⁰⁵ Nous ne pouvons pas traiter ces questions ici, cela nous entraînerait trop loin. Notons simplement par exemple que Stephan et Levin (2001) montrent, à l'aide de six indicateurs – tels que le nombre de citations, le nombre de brevets ou les nominations à la National Academy of Sciences – et sur un échantillon de 4500 scientifiques et ingénieurs, que les scientifiques étrangers ont contribué de façon importante (« exceptionnelle ») à la science américaine. Voir également les autres contributions rassemblés dans le même volume 20 de la *Population Research and Policy Review*.

de cette main-d'œuvre étrangère hautement qualifiée et que les facteurs d'attractivité des USA ne sont pas immuables.¹⁰⁶

Section II. Cyclicité du marché du travail des docteurs en France et aux États-Unis sur les deux dernières décennies : études de cas

L'étude de l'ajustement du marché du travail scientifique américain, qui est entreprise dans un premier temps (2.1.), est particulièrement intéressante pour trois raisons. D'une part, les États-Unis sont, comme nous venons de le montrer, un pôle mondial d'attraction de la main-d'œuvre scientifique et technologique. Il est donc essentiel de comprendre comment fonctionne ce marché du travail. D'autre part, les données statistiques sur ce pays dans le domaine de la science et de la technologie¹⁰⁷ sont particulièrement riches. Enfin, il est utile d'étudier les États-unis dans une perspective comparatiste avec le cas français.

Dans un second temps, le marché du travail scientifique français est mis en perspective à l'aide des données du Ministère et du Céreq (2.2.).

Dans chacune de ces deux études de cas, nous tentons de voir quels sont les facteurs permettant d'expliquer les fluctuations de l'offre de docteurs durant les années 90 et quelles sont les conséquences de ces variations de l'offre de docteurs sur le marché du travail scientifique. Plusieurs hypothèses, issues des développements théoriques précédents, sont alors testées selon la disponibilité des données pour savoir quelles sont les caractéristiques essentielles du marché du travail qui sont le plus susceptible d'affecter l'offre de diplômés.

2.1. Le marché du travail des docteurs aux États-Unis

L'étude de la production de docteurs à long terme montre que plusieurs périodes de hausse et de baisse du nombre de diplômés de doctorat se sont succédées aux États-unis

¹⁰⁶ Différents facteurs peuvent expliquer les migrations internationales hautement qualifiées, facteurs qui ne sont d'ailleurs pas identiques selon la population considérée (Mahroum 1999b, 2000) : législation sur l'immigration, niveaux et nature de l'imposition, qualité de travail, moyens de communication, dynamisme économique, offre et demande sur le marché du travail...

¹⁰⁷ Comme dans de nombreux autres domaines traités par les économistes.

depuis la seconde guerre mondiale, en lien avec la dynamique du système d'innovation américain (2.1.1.)

Une analyse originale, combinant données individuelles et données macro, de l'effet des conditions du marché du travail sur les évolutions du nombre de diplômés de doctorat poursuit cette sous-section (2.1.2.).

Enfin, quelques résultats concernant spécifiquement l'évolution du marché académique sont présentés (2.1.3.). Ils montrent que les années 90 paraissent avoir été une décennie de changements importants en ce domaine.

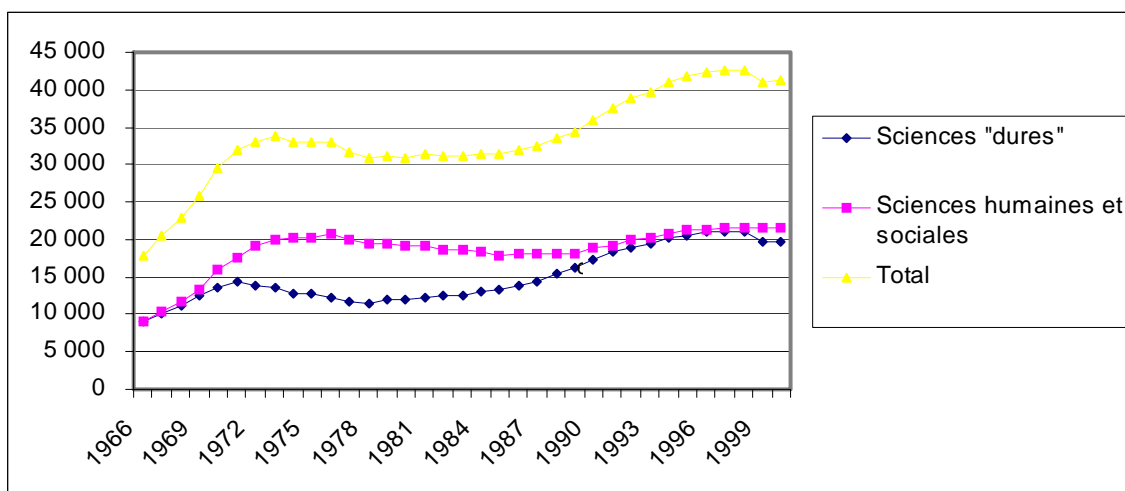
2.1.1. L'offre : la production de docteurs sur longue période

Sur une longue période, l'évolution du nombre de docteurs en sciences et sciences pour l'ingénieur, sans être continue, n'en est pas moins remarquable. Par exemple, le premier doctorat en physique fut attribué autour de 1870.¹⁰⁸ Au début du XX^e siècle, le nombre de doctorats distribués annuellement atteignait une dizaine. En 1930, ce nombre tournait autour d'une centaine par an et à près d'un millier en 1970. Depuis lors, le nombre de docteurs diplômés est resté relativement stable, à un niveau d'environ 1000 par an, avec des fluctuations relativement marquées autour de ce niveau d'« équilibre ». Cette évolution se retrouve dans de nombreuses filières et pose, depuis près de 30 ans, la question de la fin de l'âge d'or de la science et de l'expansion de la sphère académique. De ces questions ont souvent émergé, selon les périodes et selon les disciplines, soit des interrogations sur l'emploi des docteurs face à un nombre de postes disponibles relativement limités à l'université ou dans la recherche publique, soit des questionnements sur les perspectives d'évolutions futures du nombre d'étudiants poursuivant des études doctorales dans des contextes où les incitations à poursuivre des études doctorales sont relativement limitées. Dans cette optique, les oscillations de court ou moyen terme sont loin d'être négligeables, vu leurs conséquences sur les marchés du travail scientifique. Ici, nous voudrions situer dans une perspective générale les grandes évolutions ayant affecté le nombre annuel de nouveaux docteurs par grandes disciplines.

¹⁰⁸ Le premier « Ph.D. » a été attribué par l'université de Yale en 1861. « But it was not until the establishment of the Johns Hopkins University in 1876, modeled after German universities, that the Ph.D. became a significant part of American Universities » (Baez 2002, p. 49). Voir aussi McDonald (1943).

Deux périodes principales de forte augmentation du nombre total de diplômés de doctorat peuvent être observées (Figure 5, Figure 6 et Tableau 4).¹⁰⁹ La première se situe du début des années 60 au début des années 70. Durant cette période, le nombre de docteurs annuellement attribué par les universités américaines est passé de 10 000 à près de 30 000. Cette première vague reflète l'impact de la guerre froide et de la course spatiale. La deuxième période de forte augmentation a débuté en 1986 et s'est achevée au milieu de la décennie 90. Cette seconde période d'accroissement peut être attribuée au développement des budgets académiques dans certaines disciplines. La croissance du nombre de nouveaux diplômés de doctorat a ensuite ralenti avant de décliner en 1999. La croissance du nombre de docteurs dans les sciences dures a été importante du milieu des années 80 au milieu des années 90. Par contraste, dans la seconde moitié des années 90, une diminution est clairement visible. Dans les disciplines non scientifiques, l'augmentation a commencé plus tard (au début des années 90) et se poursuit toujours même si c'est sur une progression ralentie.

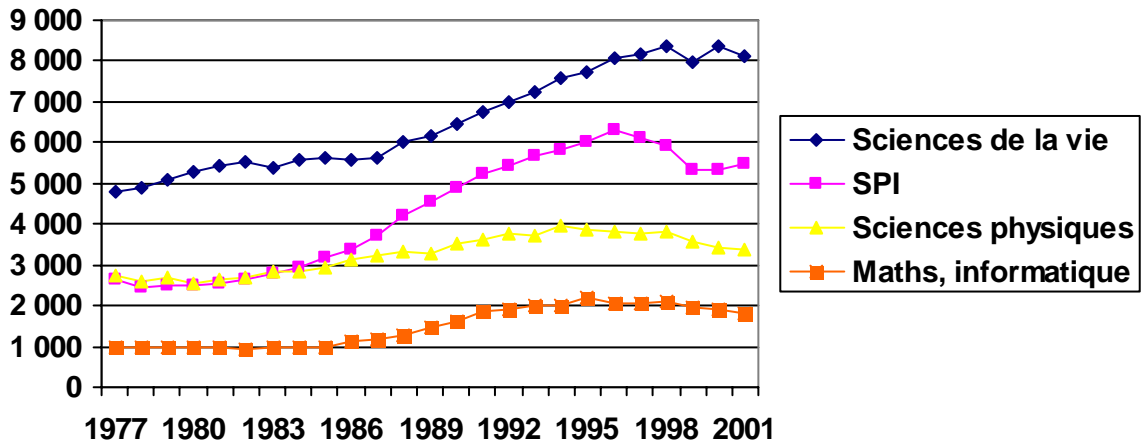
Figure 5. États-Unis : nombre annuel de diplômés de doctorat par grandes disciplines (1966-2000).



Source: Survey of Earned Doctorates (2001), Doctorate Records File, NORC. Nos calculs. Le nombre de docteurs en sciences dures est la somme de cinq grands champs : sciences pour l'ingénieur, sciences physiques, sciences de la terre, mathématiques, informatique et sciences de la vie. Pour les sciences humaines et sociales, il s'agit de la somme du nombre de docteurs en sciences sociales, sciences humaines et éducation.

¹⁰⁹ Les données sur le nombre de diplômés de doctorat aux USA proviennent des *Survey of Earned Doctorates*, bases statistiques conduites annuellement par le *National Opinion Research Center* de l'Université de Chicago pour le compte de six agences fédérales américaines (NSF, NIH, USED, NEH, USDA, NASA).

Figure 6. États-Unis : nombre annuel de diplômés de doctorat par grands regroupements disciplinaires (1966-2000).



Source: SED (2001).

Tableau 4. États-Unis : nombre de diplômés de doctorat, disciplines détaillées (1970-2000)

	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	00/85	95/85	00/95
Tous champs	29,498	32,952	31,020	31,297	36,067	41,742	41,368	32.2	33.4	-0.9
Sciences physiques	5,628	4,857	4,111	4,531	5,859	6,808	6,077	34.1	50.3	-10.7
Physique, astronomie	1,655	1,300	983	1,080	1,393	1,652	1,392	28.9	52.9	-15.7
Chimie	2,238	1,776	1,538	1,836	2,100	2,162	1,990	8.4	17.7	-7.9
Sc. de la terre	510	634	628	617	769	807	786	27.4	30.7	-2.6
Mathématiques	1,225	1,147	744	688	892	1,190	1,048	52.3	72.9	-11.9
Informatique	-	-	218	310	705	997	861	177.7	221.6	-13.6
Sc. Pour l'ingénieur	3,434	3,002	2,479	3,166	4,894	6,008	5,330	68.4	89.7	-11.2
Sciences de la vie	4,693	5,026	5,461	5,780	6,605	7,917	8,529	47.6	37.0	7.7
Biologie	3,361	3,497	3,803	3,793	4,328	5,375	5,855	54.4	41.7	8.9
Santé	414	462	586	729	956	1,330	1,589	118.0	82.4	19.4
Agronomie	918	1,067	1,072	1,258	1,321	1,212	1,085	-13.8	-3.6	-10.4
Sciences sociales	4,566	6,066	5,855	5,765	6,093	6,635	7,115	23.4	15.1	7.2
Psychologie	1,890	2,751	3,098	3,118	3,281	3,429	3,623	16.2	9.9	5.6
Anthropologie	217	386	370	353	324	375	446	26.4	6.2	18.9
Economie	853	895	767	811	862	979	948	16.9	20.7	-3.1
Sc. Politiques	636	862	585	484	559	673	747	54.3	39.0	11.0
Sociologie	505	680	600	461	428	540	615	33.4	17.1	13.9
Autres sc. Sociales	465	492	435	538	639	639	736	36.8	18.7	15.2
Sc. Humaines	4,278	5,046	3,872	3,429	3,822	5,061	5,634	64.3	47.6	11.3
Histoire	1,091	1,183	745	543	612	889	1,060	95.2	63.7	19.2
Langue, litt. Anglaise	1,098	1,290	952	729	796	1,079	1,070	46.8	48.0	-0.8
Langue, litt. étr.	647	826	535	435	512	639	641	47.4	46.9	0.3
Autres sc. hum.	1,442	1,747	1,640	1,722	1,902	2,454	2,863	66.3	42.5	16.6
Education	5,857	7,360	7,586	6,733	6,510	6,649	6,420	-4.6	-1.2	-3.4
Education professeur	563	570	639	463	419	390	260	-43.8	-15.8	-33.3
Champs éducatifs	1,384	1,417	1,471	1,118	922	924	828	-25.9	-17.4	-10.3
Education, autres	3,910	5,373	5,476	5,152	5,169	5,335	5,332	3.5	3.5	-0.0
Autres champs	1,042	1,595	1,656	1,893	2,284	2,664	2,263	19.6	40.7	-15.1
Management	584	787	640	790	1,036	1,327	1,071	35.6	67.9	-19.2
Communication	27	264	270	266	323	380	389	46.2	42.8	2.3
Autre	277	524	724	812	858	931	797	-1.8	14.6	-14.3
Autres champs	154	20	22	25	67	26	1	-96.0	4	-96.1

Source : Survey of Earned Doctorates (2001). Trois dernières colonnes : taux de croissance entre les différentes années considérées.

L'informatique, les mathématiques, la physique et l'astronomie sont les trois champs où la croissance a été la plus importante du milieu des années 80 au milieu des années 90 (Tableau 5). Mais la croissance dans le champ des sciences pour l'ingénieur a également été forte. Le comportement des sciences de la vie est plus spécifique : si la croissance est moins importante à la fin des années 80¹¹⁰, elle continue jusqu'à la fin des années 90. Sur les deux dernières années ici considérées (les années « académiques » 1999 et 2000), la croissance

¹¹⁰ Dans le champ des sciences de la vie, la biologie et la santé concentre l'essentiel de la croissance observée. Un déclin du nombre de docteurs est observé en agronomie sur l'ensemble de la période. Des différences existent entre les disciplines biomédicales et non-biomédicales puisque toute la croissance se situe dans le champ des premières. Cf. National Research Council (1998).

dans les sciences de la vie a encore été de 4.7% après une faible décroissance en 1998 et 1999.

En revanche, le nombre de docteurs diplômés en physique et en sciences pour l'ingénieur, qui représentent avec les sciences de la vie une proportion importante des diplômés de doctorat, a fortement diminué depuis le milieu des années 90. En physique, ce nombre a diminué de 22% entre 1994 et 2000. Cette diminution serait pour partie attribuable à la baisse du nombre d'étudiants étrangers dans ce champ (Hill 2002). Les sciences pour l'ingénieur ont connu une diminution du nombre de docteurs diplômés de près de 15% entre 1996 et 2000, baisse qui serait également pour une grande part expliquée par le déclin du nombre d'étudiants étrangers. Mais, ce type d'explications n'est que partiel. Reste à savoir plus précisément en effet ce qui peut être attribué à d'autres facteurs tels que le nombre de postes académiques disponibles dans le champ et les perspectives d'emploi dans le secteur privé, les salaires offerts à la sortie de ces disciplines et plus généralement l'ensemble des facteurs susceptibles d'influencer le nombre de diplômés dans une discipline, facteurs que nous avons mis en évidence à l'aide des analyses théoriques des sections précédentes.

Tableau 5. États-Unis : nombre annuel de docteurs diplômés par grands regroupements disciplinaires (1992-99).

	92	93	94	95	96	97	98	99	99/92	96/92	99/96
Maths-info.	1927	2026	2021	2187	2043	2035	2102	1935	0.4	6.0	-5.3
Physique, SPI	6975	7242	7514	7660	7981	7713	7516	6768	-3.0	14.4	-15.2
Sc. de la terre	824	789	852	807	807	900	838	824	0.0	-2.1	2.1
Chimie	2214	2137	2257	2162	2148	2147	2219	2134	-3.6	-3.0	-0.7
Sc. de la vie	7115	7395	7739	7918	8255	8325	8551	8126	14.2	16.0	-1.6
Sous total	19055	19589	20383	20734	21234	21120	21226	19787	3.8	11.4	-6.8
Sc. humaines	4444	4482	4744	5061	5116	5436	5511	5468	23.0	15.1	6.9
Sc. sociales	15391	15730	15907	15948	16064	15993	15939	15885	3.2	4.4	-1.1
Total	38890	39801	41034	41743	42414	42549	42676	41140	5.8	9.1	-3.0

Source: Survey of Earned Doctorates. Nos calculs. Trois dernières colonnes : taux de croissance en %. Notes : nous avons opéré les regroupements disciplinaires de manière à obtenir des résultats relativement comparables avec le cas français. En particulier, la ligne sciences sociales comprend les sciences sociales et les sciences de l'éducation.

2.1.2. Quels effets de la production des diplômés de doctorat sur les conditions du marché du travail scientifique ?

A l'aide de données individuelles extraites des Survey of Doctorate Recipients de la NSF, nous tentons ici de mettre en évidence quelques-uns des facteurs ayant pu influencer les évolutions récentes du nombre de docteurs diplômés aux États-Unis

Nous présentons dans un premier temps la situation sur le marché du travail des jeunes docteurs récemment diplômés, à l'aide d'indicateurs d'insertion classiques – taux d'activité, taux de chômage – et plus originaux – taux d'emploi involontaire et hors champ disciplinaire (2.1.2.1.).

Nous tentons ensuite de mesurer les effets disciplines sur les conditions « objectives » d'emploi des docteurs à l'aide de modélisations toutes choses égales par ailleurs (2.1.2.2.).

Nous poursuivons ensuite en présentant les résultats de modélisations plus originales des effets disciplines sur les conditions du marché du travail, telles qu'appréhendées subjectivement par les individus eux-mêmes (2.1.2.3.).

Enfin, nous tentons d'appréhender le caractère prédictif de ces modélisations en étudiant s'il existe une relation entre les effets disciplines « purs » issus des modèles relatifs aux conditions subjectives d'emploi tels que mesurés ci avant et l'évolution du nombre diplômés qui a suivie dans chacune de ces disciplines (2.1.2.4.). Cette inversion de la problématique nous permet de conclure sur le caractère plus ou moins approprié des modèles traditionnels d'équilibre offre-demande.

Mais avant d'étudier successivement ces quatre points, présentons brièvement les données utilisées.

Nous isolons deux échantillons de « jeunes diplômés » de doctorat. Le premier échantillon provient du SDR de 1993. Il s'agit donc de docteurs diplômés de moins de 45 ans dans le champ des disciplines scientifiques (S&E, *science and engineering*) entre 1985 et 1989. Leur situation sur le marché du travail est évaluée en avril 1993. Le second échantillon est extrait du SDR de 1997. Il s'agit d'individus similaires (doctorat scientifique, moins de 45 ans) mais ayant été diplômés entre 1990 et 1994. Leur situation sur le marché du travail est, pour ce qui les concerne, examinée en avril 1997. Nous avons ainsi respectivement 7181 et

5884 individus pour l'échantillon de 1993 et de 1997 dont la répartition par sexe et discipline est fournie dans le Tableau 6.

Encadré 1. Les *Survey of Doctorate Recipients* de la National Science Foundation américaine

Les *Survey of Doctorate Recipients* de la NSF sont de enquêtes bi-annuelles longitudinales qui ont pour but de fournir des informations sur les individus titulaires d'un diplôme de doctorat présents sur le sol américain. La base de l'échantillonnage est réalisée à partir du *Doctorate Records File*, une base de données historique construite à partir du *Survey of Earned Doctorates* qui recense depuis 1942 tous les diplômés de doctorat présents aux Etats-Unis et dont nous avons utilisé les résultats pour nos analyses historiques.

Les SDR font partie de SESTAT – *Scientists and Engineers Statistical Data System* –, une base de données intégrée qui contient des informations sur l'éducation et l'emploi des scientifiques et ingénieurs aux Etats-Unis, et qui regroupe en plus deux autres enquêtes : le *National Survey of College Graduates* (NSCG) et le *National Survey of Recent College Graduates* (NSRCG) (en 1997, un quatrième échantillon y a également été ajouté : le *National Survey of Recent College Graduates: Follow-up Survey*, aussi appelé le panel 1997). Dans chacune de ces enquêtes, les nouvelles cohortes sont ajoutées tous les deux ans. Par exemple, dans le SDR 1997, des nouvelles cohortes ayant obtenu un doctorat d'une institution américaine entre le 1^{er} juillet 1994 et le 30 juin 1996 ont été ajoutées à l'échantillon de 1995 qui contenait des informations sur les individus ayant obtenu un doctorat entre le 1^{er} janvier 1942 et le 30 juin 1994, échantillon qui a lui été ré-échantillonné. Les résultats de base des SDR sont publiés tous les deux ans dans *Characteristics of Doctoral Scientists and Engineers in the United States*, ainsi que dans les *Issue Briefs*.

Les enquêtes de SESTAT, financées par la NSF, sont réalisées par différentes organisations. Le NSCG a été effectué par le Bureau of Census, le NSRCG par Westat Inc. et le SDR par le National Research Council et le National Opinion Research Center (NORC) de l'Université de Chicago, dont le site internet (voir plus bas pour l'adresse) fournit également accès aux résultats du SED. Le SDR est également financé par les National Institutes of Health.

La population échantillonnée dans le SDR est constituée des individus de moins de moins de 76 ans au moment de l'enquête, titulaires d'un doctorat en science et science pour l'ingénieur, catégorie qui rappelons-le, contient les sciences « dures », les sciences pour l'ingénieur et les sciences sociales (mais pas les docteurs en lettres et sciences humaines). Par exemple, le SDR 1997 contient des informations complètes sur 35 667 individus (les SDR 1993 et 1995, les deux autres enquêtes que nous utilisons ici, contenaient respectivement 39 494 et 35 370 individus). Le système SESTAT contenait lui respectivement 207 825, 105 156 et 100 932 observations en 1993, 1995 et 1997.

Trois grands groupes de variables issues de plusieurs centaines de questions peuvent être isolés dans les SDR :

Les variables liées à l'emploi :

- Job Status, Employed/Unemployed
- Characteristics of Principal Job as of the reference week
- Characteristics of Other Jobs
- Work History Related Data
- Employer Characteristics
- Principal Job Activities and Related Data
- Job Training
- Job Salary
- Miscellaneous Job Related Data

Les variables liées à l'éducation
 - First Bachelor's Degree (BA)
 - Community College/Associate's Degree
 - High School (HS)
 - Most Recent Degree (MR)
 - Other Education
 - Highest Degree (HD)

Les variables socio-démographiques
 - Age, Birth, Gender, Race/Ethnicity
 - Citizenship
 - Family Data
 - Survey Administrative Data

Le système SESTAT est accessible à l'adresse : <http://srsstats.sbe.nsf.gov/>

Le site de la Division of Science Resources Statistics de la NSF se trouve ici : <http://www.nsf.gov/sbe/srs/stats.htm>

Sur la réalisation du SDR 1993, le NORC met en ligne de nombreuses informations : <http://www.norc.uchicago.edu/sdr/index.asp>

Tableau 6. Echantillons de docteurs extraits des deux *Survey of Doctorate Recipients* 1993 et 1997.

	Maths et informatique	Sciences de la vie	Physique	Sciences sociales	SPI	Total
SDR 1993						
Femmes	87	866	249	620	181	2003
Hommes	289	1344	852	640	2159	5178
Total	376	2210	1101	1160	2334	7181
SDR 1997						
Femmes	129	939	282	699	211	2260
Hommes	255	1120	696	522	1031	3624
Total	384	2059	978	1221	1242	5884

Source : SDR 1993 et 1997, NSF. Nos échantillons.

2.1.2.1. Les conditions du marché du travail des docteurs récemment diplômés

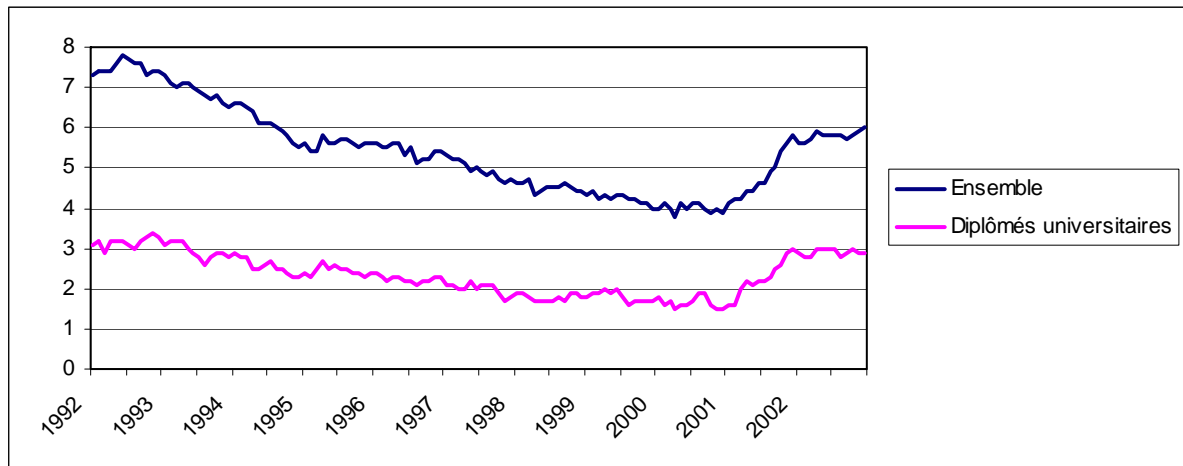
Les taux de chômage des jeunes docteurs américains sont faibles (Tableau 7)¹¹¹ par rapport au taux de chômage moyen observé sur l'ensemble de la population active, dont les évolutions sont retracées pour la période allant de 1992 à 2002 sur la Figure 7. En revanche, comparativement au taux de chômage moyen des *college graduates*, l'avantage de la possession d'un doctorat est moins évident, notamment dans certaines disciplines telles que la

¹¹¹ Il s'agit des taux de chômage calculés sur les deux échantillons fusionnés. Il s'agit donc approximativement du taux de chômage moyen des jeunes diplômés de doctorat sur la période 1993-1997, entre 3 et 7 ans après la fin de leur thèse.

physique. En effet, le taux de chômage moyen des *college graduates* (les individus possédant un *bachelor's degree* ou un diplôme de niveau supérieur) s'établissait à 3,2% en avril 1993 et à seulement 2% en avril 1997. Ceci constitue un premier indice potentiel permettant d'expliquer la désaffection pour les études doctorales dans certaines disciplines.

Les taux d'activité sont élevés mais des différences significatives entre hommes et femmes sont observées, ces dernières ayant un taux d'activité moyen de près de quatre points de pourcentage inférieur à celui des hommes.¹¹²

Figure 7. Taux de chômage aux États-Unis, ensemble de la population active et diplômés universitaires (en %, 1992-2002).



Source : Bureau of Labor Statistics, US Department of Labor. Ensemble : série LNS14000000, taux de chômage mensuel désaisonnalisé. Diplômés universitaires : série LNS14027662, taux de chômage des *college graduates* (*bachelor's degree* et plus élevé) de 25 ans ou plus.

¹¹² Globalement, une augmentation des taux d'activité féminine a été observée dans de nombreux pays de l'OCDE mais des différences significatives persistent entre hommes et femmes dans de nombreux pays, même si à des niveaux d'éducation plus élevés les courbes d'activité des hommes et des femmes ont tendance à se rapprocher. On peut consulter utilement les travaux de l'OCDE sur le sujet, et par exemple, Jaumotte (2003).

Tableau 7. Taux de chômage et taux d'activité « moyens » des jeunes diplômés de doctorat sur la période 1993-1997.

	Maths, informatique	Sciences de la vie	Physique	Sciences sociales	SPI	Total
Taux de chômage						
Femmes	1.4	1.3	2.8	1.1	1.1	1.4
Hommes	0.0	0.9	1.2	1.0	0.9	0.9
Taux d'activité						
Femmes	99.1	94.4	95.3	95.9	94.1	95.2
Hommes	99.6	98.4	98.6	99.3	99.5	99.0

Source : calculs effectués sur les deux échantillons fusionnés extraits de SDR 1993 et SDR 1997, NSF. Voir note de bas de page numéro.111, p. 66. Taux de chômage et taux d'activité bases sur les standards de l'OIT.

Dans le Tableau 8 (deuxième et troisième colonnes), nous distinguons les deux cohortes de diplômés issues des deux échantillons (SDR 1993 et SDR 1997) et nous fournissons les résultats des calculs des taux de chômage avec une nomenclature de disciplines plus détaillées. On constate alors que les taux de chômage les plus élevés sont observés pour les disciplines relatives à la physique et à la chimie.¹¹³ Entre 1993 et 1997, les taux de chômage évoluent favorablement en physique alors que dans les disciplines chimiques une dégradation se produit.

Ces évolutions incertaines nous ont conduit à calculer des indicateurs alternatifs d'insertion sur le marché du travail, d'autant plus que le taux de chômage et le taux d'activité sont des indicateurs dont la portée est a priori limitée (en dehors de périodes exceptionnelles) pour des individus possédant un diplôme de ce niveau. Nous avons calculé entre autres le taux d'emplois à temps partiel involontaire et hors champ dont les résultats sont présentés dans ce même Tableau 8. Ce taux est issu de la combinaison de deux éléments :

- Le premier a été calculé pour les individus déclarant avoir une activité à temps partiel involontaire. Il s'agit d'individus qui désireraient travailler davantage si un emploi correspondant était disponible. Cette définition rejoint le taux d'emploi à temps partiel contraint classique.

¹¹³ Ces résultats sont cohérents avec les taux de chômage calculés à l'aide d'enquêtes menées par des associations de cadres. Les enquêtes de la *Commission on Professionals in Science and Technology* sur 14 disciplines montrent ainsi que les taux de chômage des diplômés de doctorat en 1996-97 observés en 1998 étaient les plus élevés dans les disciplines chimiques et biochimiques (respectivement de 4.6 % et 4.0%) et pour les sciences de la terre et de l'espace (3.9%).

- Le second correspond aux individus qui considèrent exercer une activité qui n'est pas liée au champ disciplinaire du diplôme le plus élevé qu'ils possèdent, en l'occurrence ici à leur doctorat.¹¹⁴

Ce taux involontaire à temps partiel et hors champ, que nous qualifierons par la suite de taux de sous-emploi pour dire vite, est particulièrement élevé, pour les disciplines scientifiques, en physique-astronomie et en chimie, aussi bien en 1993 qu'en 1997. Par ailleurs, il est intéressant de noter qu'en général les taux de sous-emploi et les taux de chômage ont tendance à évoluer en sens inverse.¹¹⁵ La Figure 8, qui compare la variation du taux de chômage (en abscisses) à la variation du taux de « sous-emploi » (en ordonnées) entre 1993 et 1997, confirme qu'il existe une certaine relation négative entre les deux taux. Si les disciplines se répartissent de façon à peu près équivalente entre celles ayant connu une augmentation et celles ayant connu une baisse du taux de chômage, la majorité des disciplines a subi une augmentation du taux de sous-emploi. Celle-ci est particulièrement importante en physique et astronomie et dans une moindre mesure dans certaines disciplines des sciences pour l'ingénieur (ingénierie civile, mécanique, électricité-électronique).

Sans pouvoir démontrer, faute de données individuelles spécifiques en ce domaine, l'existence d'une relation causale entre les conditions du marché du travail observée à l'issue du doctorat et les évolutions du nombre de diplômés dans un champ disciplinaire particulier, on constate donc qu'un certain nombre d'indices vont dans ce sens sur la seconde moitié des années 90, notamment dans certaines disciplines telles que les sciences physiques et les sciences pour l'ingénieur.

¹¹⁴ La question posée aux individus était la suivante : "To what extent was your work on your principal job held during the week of April 15 related to your highest degree field? Was it : 1: closely related, 2: somewhat related, 3: not related ?". Notre indicateur a été construit pour les individus ayant coché la troisième modalité.

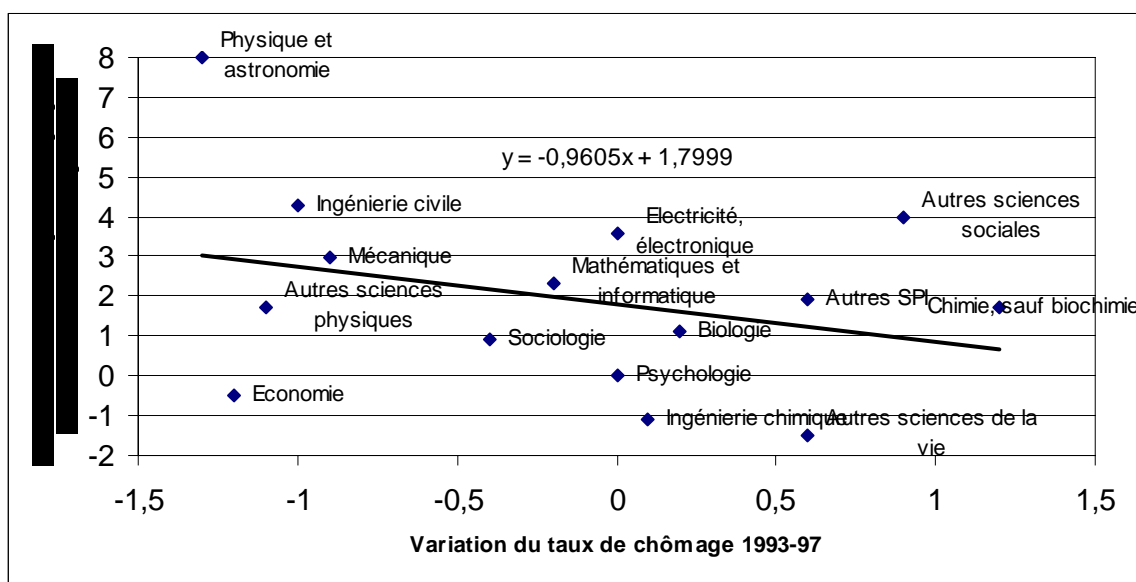
¹¹⁵ Cela confirme que le taux de chômage est un indicateur global très insuffisant pour analyser les évolutions affectant le marché du travail, et particulièrement le marché du travail scientifique.

Tableau 8. Taux de chômage et taux d'emploi à temps partiel involontaire et hors champ (TEIHC), en avril 1993 et avril 1997, pour les jeunes docteurs diplômés.

	Taux de chômage, 1993	Taux de chômage, 1997	TIHC, 1993	TIHC, 1997
Mathématiques et informatique	0.5	0.3	4.0	6.3
Biologie	1.0	1.2	4.0	5.1
Autres sciences de la vie	0.7	1.3	5.8	4.3
Chimie, sauf biochimie	1.1	2.3	6.7	8.4
Physique et astronomie	2.5	1.2	8.1	16.1
Autres sciences physiques	1.6	0.5	6.3	8.0
Economie	1.8	0.6	2.3	1.8
Psychologie	0.8	0.8	4.1	4.1
Sociologie	1.9	1.5	7.6	8.5
Autres sciences sociales	0.6	1.5	8.6	12.6
Ingénierie chimique	1.9	2.0	6.7	5.6
Ingénierie civile	1.0	0.0	2.0	6.3
Electricité, électronique	0.9	0.9	4.2	7.8
Mécanique	0.9	0.0	4.3	7.3
Autres SPI	0.5	1.1	3.8	5.7
Total	1.0	1.1	4.9	6.5

Source : calculs effectués sur nos échantillons extraits de SDR 1993 et SDR 1997, NSF. Notes. TEIHC : taux d'emploi à temps partiel involontaire et hors champ. Voir texte pour les précisions quant à ce concept.

Figure 8. Variations des taux de sous-emploi et des taux de chômage entre 1993 et 1997 par disciplines détaillées.



Source : nos échantillons extraits de SDR 1993 et 1997. Il s'agit de la variation en points de pourcentage des taux de chômage et des taux de « sous-emploi » présentés dans le tableau précédent.

Pour les individus qui sont en emploi au moment des enquêtes, nous obtenons la répartition suivante par grands secteurs d'emploi (Tableau 9). Globalement, environ un docteur sur deux dans les sciences, sciences sociales et sciences pour l'ingénieur, travaille dans le secteur académique. La proportion la plus forte de tels emplois se trouve en mathématiques et informatique et en sciences de la vie. Une minorité, moins de 10%, de jeunes docteurs travaille dans le secteur de l'administration publique alors que le secteur privé accueille dorénavant plus de 40% d'entre eux, la part revenant à ce secteur atteignant plus de 60% pour les diplômés de doctorat en sciences pour l'ingénieur.

Tableau 9. États-Unis : secteurs d'emploi pour les docteurs récemment diplômés (%).

	Maths, informatique	Sciences de la vie	Sciences physiques	Sciences sociales	SPI	Total
Secteur académique	62.3	61.0	44.3	55.7	32.6	49.6
Administrations publiques	3.5	10.8	8.2	11.1	6.7	8.8
Secteur privé	34.2	28.2	47.5	33.2	60.7	41.6

Source: nos échantillons issus de SDR 1993 et SDR 1997.

2.1.2.2. D'une mesure des effets disciplines sur les conditions objectives d'emploi, ceteris paribus...

Pour tenter de mesurer les effets disciplines toutes choses égales par ailleurs sur les conditions d'emploi des docteurs récemment diplômés, nous modélisons la probabilité d'être inactif, chômeur ou employé dans chacun des trois grands secteurs qui viennent d'être présentés à l'instant (académique, public, privé), respectivement en avril 1993 et avril 1997 selon les cohortes utilisées, soit pour chacune de ces cohortes, entre 3 et 7 ans après l'obtention de la thèse. Ces quatre ou cinq situations – selon qu'on regroupe ou non les inactifs et les chômeurs, ce qui s'est parfois avéré nécessaire compte tenu du très faible nombre d'individus inactifs – sont mutuellement exclusives. Nous notons :

- $y_i = 1$, si l'individu est inactif
- $y_i = 2$, s'il est au chômage
- $y_i = 3$, s'il est employé dans le secteur de l'administration publique
- $y_i = 4$, s'il est employé dans le secteur académique

- $y_i = 0$, s'il a un emploi dans le secteur privé (la référence).

Nous estimons le modèle suivant :

$$\begin{cases} \Pr[y_i = 0 | \mathbf{x}_i] = \frac{1}{1 + \sum_{j=1}^q \exp(\mathbf{x}_i' \boldsymbol{\beta}_j)} \\ \Pr[y_i = m | \mathbf{x}_i] = \frac{\exp(\mathbf{x}_i' \boldsymbol{\beta}_m)}{1 + \sum_{j=1}^q \exp(\mathbf{x}_i' \boldsymbol{\beta}_j)} \quad \text{pour } m = 1 \dots q \end{cases}$$

où $\boldsymbol{\beta}_m = (\beta_{0m} \dots \beta_{Km})'$ est le vecteur des paramètres à estimer qui inclut K coefficients (et la constante). β_{km} traduit donc l'effet de la variable explicative x_k sur la modalité m . Le vecteur $\boldsymbol{\beta}_m$ diffère pour chaque modalité de la variable dépendante. Nous avons donc à estimer $q(K+1)$ paramètres, q étant le nombre de modalités (ici $q = 3$ quand les catégories chômeurs et inactifs sont regroupées, sinon $q = 4$).

Le logarithme de la fonction de vraisemblance est de la forme, en définissant $d_{im} = 1$ si la modalité m est choisie par l'individu i , et $d_{im} = 0$ sinon :

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}_1 \dots \boldsymbol{\beta}_q) = \sum_{i=1}^n \sum_{m=0}^q d_{im} \ln \Pr[y_i = m]$$

Les variables indépendantes x_k sont constituées de trois catégories principales :

- Le premier ensemble de variables contient les caractéristiques individuelles des individus :
 - Sexe, homme étant la référence.
 - Age : nous utilisons une variable indicatrice pour caractériser les individus de moins de 35 ans
 - Origine ethnique : nous ne pouvons distinguer que trois catégories : blancs (comme référence), asiatiques et autres minorités sous représentées (hispaniques, noirs ou *native american*)
 - La nationalité, américaine (la référence) ou étrangère.

- Le deuxième groupe de variables contient les caractéristiques du doctorat possédé :
 - La discipline du doctorat. Elle est regroupée en cinq principaux champs disciplinaires : mathématiques et informatique, sciences physiques, sciences de la vie, sciences sociales et sciences pour l'ingénieur. Une catégorisation plus complète en 15 catégories a aussi été utilisée.
 - Le mode de financement du doctorat. Si l'influence du financement a souvent été étudiée pour ses effets sur la probabilité d'abandon en thèse et sur la durée de la thèse (Ehrenberg et Panangiotis 1995, Krueger 1998, Ferrer de Valero 2001), il n'en demeure pas moins, comme nous le verrons plus en détails plus loin, que la nature du financement obtenu en thèse a également des effets sur l'après thèse, en particulier sur les perspectives d'emploi, comme le montre par exemple la National Academy of Science (1995). Nous avons testé différentes combinaisons des sources principales de financement obtenu en thèse¹¹⁶. Nous en avons finalement retenu trois qui semblent particulièrement satisfaisantes, tant d'un point de vue théorique qu'empirique : les individus qui ont bénéficié d'une allocation (*grant*) qui correspond en pratique essentiellement aux *scholarships* et aux *fellowships*, ceux qui ont financé leur doctorat à l'aide d'un emprunt et, enfin, les individus qui ont recouru à d'autres sources de financements (la référence).
 - La date d'obtention du doctorat. Il s'agit en pratique de la cohorte d'appartenance des individus. Une variable dichotomique a été créée dans le cas des estimations sur l'ensemble des deux échantillons (données empilées) qui prend la valeur 1 si les individus ont obtenu leur doctorat entre 1990 et 1994, et 0 sinon. Cette variable prend donc en compte les changements globaux qui ont pu survenir sur le marché du travail entre 1993 et 1997 mais également les effets de cohortes.¹¹⁷

¹¹⁶ La question du questionnaire est la suivante : "From which, if any, of these sources did you receive financial support for this degree?" avec différentes modalités de réponse à cocher ("earnings from employer", "financial assistance from employer", "gifts", "grants", "loans", "assistantship/work study" and "other").

¹¹⁷ Cette variable peut être considérée comme un indicateur des changements intervenus dans le marché du travail scientifique. Elle peut traduire les changements intervenus dans les différentes probabilités d'emploi et de non emploi, toutes choses égales par ailleurs. Néanmoins, comme ces effets sont mêlés aux effets de cohortes, son interprétation est délicate.

- La localisation géographique de l'université d'obtention du doctorat. 9 catégories ont été isolées : Middle Atlantic, East North Central, West North Central, South Atlantic, East South Central, West South Central, Mountain, Pacific, New England (comme référence).¹¹⁸
- La troisième catégorie de variables touche aux anticipations des individus concernant leur doctorat. Nous avons retenu les perspectives de carrières envisagées en début de thèse, avec trois modalités possibles : secteur académique, secteur privé et autre carrière envisagée (la référence).

Nous présentons brièvement les résultats de quatre modèles.¹¹⁹

Le premier modèle présenté dans le Tableau 10 concerne les diplômés de doctorat sur la période 1985-1989, dont la situation est évaluée en avril 1993. Le second modèle (Tableau 11) a été estimé sur les individus diplômés entre 1990 et 1993, dont la situation est étudiée en avril 1997. La variable dépendante est, pour ces deux premiers modèles, constituée de quatre modalités : inactif ou chômeur, en emploi dans l'administration publique, dans le secteur académique et dans le secteur privé. Le même ensemble de variables explicatives a été introduit dans chacun de ces modèles.

Le Tableau 12 contient les estimations pour la seconde cohorte en tenant compte de cinq situations¹²⁰ et en ajoutant les variables de carrières envisagées en début de thèse¹²¹. Ces variables permettent de contrôler les effets d'intérêt et de motivation pour l'emploi dans tel ou tel secteur. Il est bien évident par exemple que les docteurs en sciences pour l'ingénieur sont très majoritairement intéressés par l'obtention d'un emploi dans le secteur privé et peu enclins à pourvoir des postes du secteur académique. La non prise en compte de ces variables de carrières peut potentiellement biaiser les estimateurs, notamment les effets disciplinaires. Cependant, ce type de questions, posées de nombreuses années après le début de la thèse,

¹¹⁸ Un nombre plus important de modalités serait nécessaire pour tenir compte d'un véritable effet géographique ou d'un effet établissement, mais ces variables n'étaient pas disponibles dans la base.

¹¹⁹ De très nombreux modèles ont en effet été estimés. Faute de place, il ne nous est pas possible de les présenter en détails ici. Néanmoins, les variations observées dans les estimations des principaux coefficients se sont avérées assez faibles.

¹²⁰ Des problèmes d'estimation en cinq modalités sont apparues avec la première cohorte. En effet, un nombre très limité d'observations est disponible pour la catégorie des inactifs.

¹²¹ Ces variables n'étaient pas renseignées dans l'enquête de 1993.

entraîne des problèmes de réinterprétation à posteriori de la réalité ou de dissonance cognitive.

Enfin, le Tableau 13 présente les estimations réalisées sur les deux échantillons empilés avec les mêmes variables explicatives auxquelles on a ajouté la variable dichotomique de cohorte.

Commentons brièvement quelques-uns des résultats auxquels nous parvenons en détaillant spécifiquement les effets disciplines.

Notons tout d'abord que les effets marginaux de la plupart des variables explicatives de l'ensemble de ces modèles sont proches pour les deux cohortes.

Les femmes ont une probabilité clairement plus élevée d'être inactives ou au chômage, l'effet marginal étant de l'ordre de 3-3,2%. En séparant les inactifs des chômeurs, on constate que les femmes ont une probabilité bien plus forte d'être inactives que les hommes (de 2,5% ou de 3,2%) alors que la probabilité de chômage n'est que modérément affectée par le sexe (plus forte de 0,4% pour les femmes).¹²² On constate également que les femmes travaillent davantage dans le secteur académique que les hommes et ont moins souvent des postes dans le secteur privé.¹²³

Il existe également des effets de l'origine ethnique. Les citoyens américains d'origine asiatique ont ainsi clairement une probabilité plus élevée de travailler dans le secteur privé à l'issue de leur doctorat ; les effets marginaux de cette variables s'échelonnent de 4 à 8% selon les modèles. Ce résultat est similaire à celui obtenu sur l'ensemble de la population des scientifiques et des ingénieurs. La dernière livraison des S&E Indicators notait ainsi que :

“Among employed scientists and engineers in 1999, 58 percent of blacks, 60 percent of Hispanics, and 56 percent of American Indians were employed in for-profit business or industry

¹²² Ces résultats sont confirmés sur l'ensemble de la population des scientifiques et des ingénieurs et pour une période plus récente : « Women are more likely than men to be out of the labor force [...] Among those in the labor force, unemployment rates for men and women scientists and engineers are similar. » (S&E Indicators 2002, NSF, chapitre 3). Cette situation n'est pas nouvelle. Un article de 1989 (Heath et Tuckman 1989) montrait, dans un contexte d'accès plus croissant des femmes aux études doctorales, qu'en dépit d'une légère amélioration de la position des femmes sur le marché du travail, des différences importantes persistaient entre hommes et femmes diplômés de doctorat dans la plupart des disciplines.

¹²³ Cette conclusion est également vraie en France et en Europe, ce qui suscite des inquiétudes et des réactions – telle que l'initiative WIR (Women in Industrial Research) de l'UE, dont une conférence vient de se tenir à Berlin les 10 et 11 octobre 2003 – visant à promouvoir l'emploi des femmes dans le secteur privé de recherche. Voir par exemple WIR (2003).

compared with 64 percent of white and 70 percent of Asians.” (S&E Indicators 2002, NSF, chapitre 3).

L'effet de la variable « autres minorités sous représentées » est inverse sur la probabilité d'entrer dans le secteur privé et le secteur académique. L'effet de la nationalité se fait sentir, sans surprises, sur l'accession aux postes de l'administration publique, plus difficilement accessibles ou inaccessibles aux étrangers. En contrepartie, les étrangers s'orientent davantage vers les fonctions académiques.

Les financements obtenus en thèse exercent des effets sur la probabilité d'être en inactivité ou au chômage. Globalement, il faut noter que les « allocataires » (*fellowship, scholarship...*) ont une probabilité plus faible d'être inactifs ou chômeurs. Après séparation de ces deux catégories, cette variable semble avoir un effet sur la probabilité de chômage et d'inactivité, mais cela dépend des cohortes. Les individus qui ont bénéficié de ce type de financement semblent avoir une probabilité plus forte d'entrer dans le secteur académique. Malgré tout, dans le modèle tenant compte des carrières envisagées en début de thèse dont les résultats sont présentés dans le Tableau 12, les effets des variables de financements ne sont plus significatifs sur les probabilités d'entrer dans le secteur académique ou privé. En revanche, les effets demeurent sur les probabilités de chômage et d'inactivité.

A propos des variables de carrières, notons que les individus qui en début de thèse envisageaient une carrière académique ont une probabilité plus forte d'avoir effectivement un tel emploi (de 40,3%), par rapport aux individus qui n'avaient pas de plans de carrières précis en début de doctorat (la référence). Symétriquement, les docteurs qui souhaitaient une carrière dans le secteur privé voient leur probabilité d'accéder à un emploi dans ce secteur accrue de 12,5%. Le fait de souhaiter une carrière académique diminue la probabilité d'avoir un emploi dans le secteur privé. En revanche, le fait d'envisager plus particulièrement une carrière dans le secteur privé est sans effet significatif sur la probabilité d'accéder à un emploi académique, mais diminue la probabilité d'avoir un poste dans le secteur administratif public. Trois points supplémentaires sont à souligner ici. D'une part, les carrières envisagées ont des effets sur la probabilité de chômage et d'inactivité. Quelle que soit la carrière envisagée, mais du moment que les individus avaient des perspectives de carrières un tant soit peu précises, alors leur probabilité d'inactivité et de chômage en est augmentée (de 0,5% à 1,2% respectivement). Le fait d'envisager une carrière précise en début de thèse peut donc favoriser marginalement le retrait du marché du travail si cette carrière est peu ou mal satisfaite. D'autre part, l'effet

d'une perspective de carrière académique sur les probabilités d'emploi est important comparativement à l'effet de perspectives de carrières dans le secteur privé qui a des effets plus limités. Enfin, malgré la prise en compte des variables de carrières, la plupart des effets marginaux des autres variables restent dans des proportions voisines de ceux estimés sur le modèle sans prise en compte de ces variables.

Les variables disciplinaires ont des effets importants sur les probabilités d'emploi, et dans une moindre mesure, sur les probabilités d'inactivité et de chômage. Ce sont les docteurs en mathématiques et informatique qui ont clairement un accès à l'emploi qui est facilité, par rapport aux autres disciplines, puisque leur probabilité d'inactivité-chômage est diminuée de 4,1% tant en 1993 qu'en 1997 (par rapport aux individus diplômés en sciences physiques). La probabilité d'inactivité est diminuée d'environ 2% alors que la probabilité de chômage semble l'être de 1,5-2% selon les modèles. Les effets des autres disciplines sur les probabilités de chômage et d'inactivité sont plus modérés même s'ils sont pour la plupart négatifs, en dehors de la probabilité des docteurs en sciences de la vie d'être inactifs, probabilité marginale qui est de 0,8% pour les individus diplômés entre 1990 et 1994 (Tableau 12). Il existe donc un effet disciplinaire sur les conditions d'entrée sur le marché du travail, toutes choses égales par ailleurs. Cet effet est très net pour les mathématiciens et informaticiens qui ont des probabilités d'inactivité et de chômage clairement plus faibles. Inversement, les diplômés en sciences physiques et chimiques (qui constituent la référence dans les modèles) ont des conditions d'entrée sur le marché du travail qui paraissent plus difficiles que la plupart des disciplines.

Les disciplines du doctorat affectent fortement les probabilités d'emploi dans le secteur académique et dans le secteur privé. Ces effets disciplinaires persistent une fois pris en compte les souhaits de carrières, même si c'est de façon moins importante (les effets marginaux, pris en valeur absolue, relatifs aux disciplines sur les probabilités d'emploi académique et privé diminuent entre le Tableau 11 et le Tableau 12). Les docteurs en sciences pour l'ingénieur se dirigent le plus vers les emplois du secteur privé et le moins vers les emplois du secteur académique. Sans tenir compte des souhaits de carrières, les docteurs en mathématiques-informatique ont la plus forte probabilité, tout au moins en 1993, d'accéder à un poste académique. Les effets marginaux des sciences de la vie, des sciences sociales et des sciences physiques s'échelonnent donc entre les deux pôles constitués des SPI et des disciplines mathématiques et informatique. Une fois tenu compte des souhaits de carrières

cette hiérarchie est légèrement bouleversée. Néanmoins, on retiendra que les diplômés de doctorat en mathématiques-informatique, en sciences de la vie et en sciences sociales ont une probabilité plus forte d'entrer dans une profession académique, au contraire des docteurs en SPI dont la probabilité est significativement plus faible. Les sciences physiques se situent donc entre ces deux extrêmes.

Tableau 10. Etats-Unis, diplômés de doctorat 1985-1989 : probabilité d'être dans quatre situations sur le marché du travail en avril 1993 (effets marginaux en %).

	Inactif ou chômeur	En emploi, administration	En emploi, académique	En emploi, secteur privé
Constante	-6,7*** (0,77)	-11,4*** (1,31)	2,7 (2,58)	15,4*** (2,54)
Sexe : féminin	3,1*** (0,34)	-1,7** (0,70)	1,7 (1,47)	-3,1** (1,50)
Origine ethnique : asiatique	-0,1 (0,47)	0,4 (0,99)	-9,1*** (1,84)	8,8*** (1,78)
Autres minorités	-0,1 (0,53)	1,4 (0,94)	6,2*** (2,13)	-7,6*** (2,20)
Nationalité : étrangère	0,8 (0,48)	-8,9*** (1,33)	12,6*** (1,98)	-4,5** (1,94)
Age de moins de 35 ans	-0,9** (0,47)	-2,9*** (0,88)	-1,8 (1,59)	5,6*** (1,57)
Discipline : maths, informatique	-4,1*** (1,51)	-3,6* (2,12)	24,4*** (3,18)	-16,7*** (3,23)
Sciences de la vie	-0,2 (0,46)	3,2*** (0,98)	16,0*** (1,94)	-19,0*** (1,93)
Sciences sociales	-0,8 (0,54)	4,1*** (1,09)	9,4*** (2,26)	-12,7*** (2,25)
SPI	-0,7 (0,51)	0,0 (1,04)	-8,4*** (1,93)	9,1*** (1,85)
Financement doctorat : allocation	-0,1 (0,33)	0,0 (0,62)	6,2*** (1,30)	-6,1*** (1,31)
Emprunt	-0,4 (0,38)	0,5 (0,66)	-3,1** (1,47)	3,0** (1,48)
Contrôle pour la localisation de l'université du doctorat			Oui	
ln L			-6956,1	
ln L0			-7396,0	
Chi-deux			879,8	
Nombre d'observations			7181	

Notes : estimations ML d'un modèle logit multinomial sur échantillon extrait du SDR 1993. Effets marginaux avec erreurs types entre parenthèses. Référence pour la discipline du doctorat : sciences physiques. Niveaux de significativité : *** significatif à 1%, ** significatif à 5%, * significatif à 10%.

Tableau 11. Etats-Unis, diplômés de doctorat 1990-1994 : probabilité d'être dans quatre situations sur le marché du travail en avril 1997 (effets marginaux en %).

	Inactif ou chômeur	En emploi, administration	En emploi, académique	En emploi, secteur privé
Constante	-8,7*** (0,87)	-7,4*** (1,20)	11,7*** (2,41)	4,4* (2,30)
Sexe : féminin	3,4*** (0,50)	-2,1** (0,86)	5,0*** (1,60)	-6,3*** (1,58)
Origine ethnique : asiatique	0,9 (0,73)	-0,9 (1,29)	-6,8*** (2,24)	6,8*** (2,10)
Autres minorités	1,1 (0,70)	0,6 (1,17)	4,3* (2,38)	-6,0** (2,39)
Nationalité : étrangère	-0,1 (0,78)	-5,5*** (1,48)	3,7 (2,36)	2,0 (2,21)
Age de moins de 35 ans	-0,3 (0,52)	-2,9*** (0,82)	0,3 (1,62)	2,8* (1,59)
Discipline : maths, informatique	-4,1** (1,71)	-9,7*** (2,69)	16,9*** (3,51)	-3,1 (3,24)
Sciences de la vie	0,4 (0,71)	0,3 (1,16)	16,9*** (2,24)	-17,6*** (2,16)
Sciences sociales	-1,3* (0,78)	-1,0 (1,31)	10,8*** (2,49)	-8,6*** (2,39)
SPI	-0,9 (0,90)	-0,6 (1,36)	-15,8*** (2,56)	17,3*** (2,31)
Financement doctorat : allocation	-2,5** (1,06)	0,4 (1,30)	6,0** (2,62)	-3,9 (2,60)
Emprunt	0,7 (0,96)	1,2 (1,38)	-4,0 (2,93)	2,2 (2,88)
Contrôle pour la localisation de l'université du doctorat			Oui	
In L			-4636,7	
In L0			-4957,8	
Chi-deux			642,2	
Nombre d'observations			4724	

Notes : estimations ML d'un modèle logit multinomial sur échantillon extrait du SDR 1993. Effets marginaux en % avec erreurs types entre parenthèses. Référence pour la discipline du doctorat : sciences physiques. Niveaux de significativité : *** significatif à 1%, ** significatif à 5%, * significatif à 10%.

Tableau 12. Diplômés de doctorat 1990-94 : probabilité d'être dans cinq situations en avril 1997 (effets marginaux, %).

	Inactif	Chômeur	En emploi, administration publique	En emploi, secteur académique	En emploi, secteur privé
Constante	-8.8*** (0.27)	-3.5*** (0.12)	2.6*** (0.63)	-9.9*** (3.82)	19.6*** (2.75)
Femme	3.2*** (0.11)	0.4*** (0.04)	-2.7*** (0.34)	7.4*** (1.94)	-8.3*** (1.49)
Ethnicité: asiatique	0.4*** (0.13)	0.5*** (0.06)	-0.5 (0.45)	-4.8* (2.62)	4.4** (1.97)
Ethnicité: autres minorités sous représentées	0.4*** (0.15)	0.7*** (0.07)	0.9* (0.50)	5.0* (2.92)	-7.0*** (2.22)
Nationalité : étrangère (citoyen non américain)	-0.2 (0.14)	0.0 (0.06)	-4.9*** (0.47)	0.7 (2.71)	4.3** (2.04)
Moins de 35 ans	0.4*** (0.10)	-0.8*** (0.05)	-1.5*** (0.34)	-0.7 (1.95)	2.6* (1.48)
Doctorat en maths, informatique	-2.4*** (0.21)	-1.8*** (0.09)	-8.7*** (0.69)	10.6*** (3.87)	2.3 (2.90)
Sciences de la vie	0.8*** (0.14)	-0.3*** (0.06)	0.4 (0.47)	12.7*** (2.69)	-13.5*** (2.09)
Sciences sociales	-0.4** (0.16)	-0.5*** (0.07)	-4.2*** (0.54)	9.8*** (3.06)	-4.8** (2.30)
SPI	-0.1 (0.15)	-0.8*** (0.07)	-0.6 (0.50)	-13.0*** (2.98)	14.6*** (2.24)
Financement du doctorat : <i>fellowship, scholarship</i>	-1.6*** (0.17)	-1.0*** (0.07)	1.1** (0.55)	3.5 (3.17)	-2.0 (2.39)
Emprunt	-0.2 (0.18)	0.7*** (0.08)	0.9 (0.61)	-2.8 (3.52)	1.4 (2.65)
Carrière envisage au début du doctorat : secteur académique	0.9*** (0.15)	0.5*** (0.06)	-12.0*** (0.62)	40.3*** (3.19)	-29.7*** (2.45)
Carrière envisagée au début du doctorat : secteur privé	1.2*** (0.17)	0.9*** (0.07)	-10.9*** (0.61)	-3.6 (3.29)	12.5*** (2.49)
Contrôle pour la localisation de l'université du doctorat			Oui		
ln L			-4346.9		
ln L ₀			-5069.5		
Chi-deux			1445.2***		
Nombre d'observations			4724		

Source: SDR 1997, notre échantillon. Notes : estimation ML d'un modèle logit multinomial. Effets marginaux en % avec erreurs-types entre parenthèses. Variable dépendante : situation sur le marché du travail en avril 1997 avec employé dans le secteur privé comme référence. Référence pour la discipline du doctorat : sciences physiques. Niveaux de significativité : *** significatif à 1%, ** significatif à 5%, * significatif à 10%.

Tableau 13. Diplômés de doctorat 1985-89 et 1990-94 : probabilité d'être dans cinq situations respectivement en avril 1993 et avril 1997 (effets marginaux en %)

	Inactif	Chômeur	En emploi, administration publique	En emploi, secteur académique	En emploi, secteur privé
Constante	-6.2*** (0.10)	-3.5*** (0.06)	-11.4*** (0.37)	7.5*** (2.06)	13,6*** (1,64)
Femme	2.5*** (0.04)	0.4*** (0.02)	-1.6*** (0.18)	3.1*** (1.13)	-4,4*** (0,90)
Ethnicité: asiatique	0.0 (0.05)	0.4*** (0.03)	0.1 (0.23)	-8.6*** (1.44)	8,1*** (1,14)
Ethnicité: autres minorités sous représentées	0.2*** (0.05)	0.2*** (0.03)	0.9*** (0.26)	6.3*** (1.67)	-7,7*** (1,33)
Nationalité : étrangère (citoyen non américain)	0.2*** (0.05)	0.0* (0.03)	-7.2*** (0.25)	8.8*** (1.52)	-1,8 (1,20)
Moins de 35 ans	0.0 (0.04)	-0.7*** (0.02)	-2.8*** (0.18)	-0.6 (1.14)	4,1*** (0,90)
Doctorat en maths, informatique	-2.4*** (0.08)	-1.4*** (0.05)	-5.9*** (0.37)	20.3*** (2.32)	-10,6*** (1,83)
Sciences de la vie	0.3*** (0.05)	-0.4*** (0.03)	1.8*** (0.24)	16.9*** (1.53)	-18,5*** (1,25)
Sciences sociales	-0.4*** (0.06)	-0.6*** (0.03)	1.8*** (0.27)	11.1*** (1.73)	-11,7*** (1,38)
SPI	-0.5*** (0.05)	-0.4*** (0.03)	-0.5** (0.24)	-10.4*** (1.54)	11,8*** (1,21)
Financement du doctorat : <i>fellowship, scholarship</i>	0.0 (0.04)	-0.5*** (0.02)	0.2 (0.19)	5.2*** (1.18)	-4,9*** (0,94)
Emprunt	-0.2*** (0.04)	0.1*** (0.02)	0.7*** (0.21)	-5.0*** (1.31)	4,4*** (1,04)
Diplômé entre 1990 et 1994 (SDR 1997)	0.3*** (0.04)	0.2*** (0.02)	1.7*** (0.18)	2.0* (1.16)	-4,2*** (0,92)
Contrôle pour localisation de l'université du doctorat			Oui		
ln L			-13067.9		
ln L ₀			-13880.2		
Chi-deux			1624.6***		
Nombre d'observations			13065		

Source: SDR 1993 et SDR 1997, nos échantillons. Notes : estimations ML de modèles logit multinomiaux. Effets marginaux en % avec erreurs-types entre parenthèses. Estimation réalisées sur les deux échantillons du SDR 1993 et du SDR 1997 empilés Variable dépendante : situation des individus sur le marché du travail respectivement en avril 1993 et avril 1997, avec employé dans le secteur privé comme référence. Référence pour la discipline du doctorat : sciences physiques. Seuils de significativité : *** significatif à 1%, ** significatif à 5%, * significatif à 10%.

2.1.2.3. ...à une mesure des effets disciplines sur l'appréhension subjective des conditions d'emploi par les individus eux-mêmes, ceteris paribus

Des mesures individuelles peuvent être utilisées pour connaître l'opinion des diplômés eux-mêmes sur leurs conditions d'emploi. Des évaluations de la satisfaction au travail, que nous utiliserons dans un autre contexte dans le chapitre 4¹²⁴, peuvent alors ouvrir des

¹²⁴ Cf. « 3.1. », (p. 456).

perspectives intéressantes. Mais, pour ce qui nous concerne ici, des informations sur l'opinion individuelle des docteurs sur leur champ disciplinaire pourraient être particulièrement utiles quant aux informations qu'elles peuvent potentiellement fournir sur l'état du marché du travail dans une discipline spécifique.

Dans cet esprit, des données sont disponibles dans le SDR, mais celui de 1997 uniquement, sur la vision qu'ont les individus du champ disciplinaire de leur doctorat et de l'opportunité d'avoir entrepris un doctorat dans ce champ. La question posée aux individus était la suivante : "If you had the chance to do it again, knowing what you do now, how likely is it that you would choose the same field of study for your highest degree?". Trois réponses étaient proposées : "very likely", "somewhat likely" et "very unlikely". Cette question est intéressante dans la mesure où elle met les individus en situation en leur demandant, de façon fictive, dans quelle mesure ils seraient enclins, si cela était possible, à entreprendre de nouveau un doctorat dans le même champ disciplinaire, ou plus précisément à refaire un doctorat dans la même discipline. Cette variable peut indirectement s'interpréter comme une recommandation éventuelle fournie aux futurs doctorants quant au choix souhaitable, ou au choix le plus approprié, en matière disciplinaire. Cette variable peut également s'interpréter comme une mesure des conditions de l'état du marché du travail, telle que perçue par les individus eux-mêmes, dans telle ou telle discipline, ou des perspectives de carrières que telle ou telle discipline semble offrir dans un avenir proche. En ce sens, l'information fournie, évidemment hautement subjective, est également capable de contenir une information pertinente, puisque directement reliée à l'expérience concrète des docteurs récemment diplômés, sur les conditions générales du marché du travail avec la possession d'un doctorat dans une discipline spécifique. Pour fournir cette information les individus font en effet probablement appel à l'ensemble de leurs connaissances relatives à leur domaine disciplinaire mais également aux contacts qu'ils ont pu nouer avec des docteurs d'autres disciplines ou aux diverses informations qu'ils possèdent sur les conditions de thèse, les conditions d'emploi d'après thèse et les perspectives envisageables dans diverses disciplines.¹²⁵

De nombreux facteurs influencent le fait d'être plus ou moins satisfaits avec le champ disciplinaire choisi dont les principaux concernent probablement les caractéristiques de

¹²⁵ Reste à savoir, comme dans toute mesure subjective, si cette information est pertinente, par rapport aux conditions réelles du marché du travail par exemple, et comment cette information subjective est utilisée par les futurs doctorants pour se former une idée de l'opportunité d'entreprendre un doctorat dans une discipline particulière ; mais c'est un autre problème que nous ne pourrions que traiter partiellement ici.

l'emploi actuel (secteur et conditions d'emploi, salaire). D'autres variables sociodémographiques sont également susceptibles d'affecter cette variable (sexe, âge, origine ethnique...).

Nous avons ici sélectionné les docteurs récemment diplômés dans une acception légèrement plus large que celle utilisée précédemment. En effet, nous avons inclus, comme à l'accoutumée, les docteurs récemment diplômés, c'est-à-dire entre 1990 et 1994, et les docteurs très récemment diplômés, soit ceux ayant obtenu leur doctorat entre 1995 et 1996, même si leur expérience sur le marché du travail est relativement brève.

La variable indépendante y_i prend les valeurs 0, 1 et 2 qui caractérisent respectivement les trois modalités "very likely", "somewhat likely" et "very unlikely". Nous procédons donc à l'estimation du modèle suivant :

$$y_i^* = -\beta' \mathbf{x}_i + u_i$$

où y_i^* est une variable indépendante inobservable, \mathbf{x}_i le vecteur des variables explicatives, u_i le terme d'erreur et β le vecteur des paramètres à estimer.

La variable observée y_i est liée à la variable latente y_i^* comme suit :

$$y_i = \begin{cases} 0 & \text{si } y_i^* \leq 0 \\ 1 & \text{si } 0 < y_i^* \leq \mu \\ 2 & \text{si } \mu < y_i^* \end{cases}$$

où μ est un paramètre de seuil à estimer.

Comme u_i est supposé être normalement identiquement indépendamment distribué de moyenne 0 et de variance 1, nous avons :

$$\Pr(y_i = 0) = \Pr(y_i^* \leq 0) = \Pr(-\beta' \mathbf{x}_i + u_i \leq 0) = \Pr(u_i \leq \beta' \mathbf{x}_i) = \Phi(\beta' \mathbf{x}_i)$$

$$\Pr(y_i = 1) = \Pr(0 < y_i^* \leq \mu) = \Pr(y_i^* \leq \mu) - \Pr(y_i^* \leq 0) = \Phi(\mu + \beta' \mathbf{x}_i) - \Phi(\beta' \mathbf{x}_i)$$

$$\Pr(y_i = 2) = 1 - \Phi(\mu + \beta' \mathbf{x}_i)$$

où $\Phi(\cdot)$ est la fonction de distribution normale.

En définissant $d_{ji} = 1$ si $y_i = j$ et $d_{ji} = 0$ sinon, j correspondant à chacune des trois modalités ($j = 0 \dots 2$), le log de la fonction de vraisemblance à maximiser est donné par :

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}, \boldsymbol{\mu}) = \sum_{i=1}^n (d_{0i} \ln \Pr[y_i = 0] + d_{1i} \ln \Pr[y_i = 1] + d_{2i} \ln \Pr[y_i = 2])$$

Nous avons procédé à l'estimation par le maximum de vraisemblance de ce modèle. Pour prendre en compte un problème potentiel de sélection inhérent au fait que nous n'observons la variable indépendante que pour les individus en emploi, nous avons cherché à introduire un terme de sélection dans le modèle probit ordonné, par l'estimation, dans une première étape d'un probit simple de la probabilité d'être au chômage ou inactif. Ce terme n'est jamais apparu significatif, probablement du fait de la faible proportion d'individus inactifs ou au chômage au moment de l'enquête.

Les résultats des estimations de quatre modèles sont donnés dans le Tableau 14. Le premier modèle tient compte de caractéristiques sociales (sexe, âge, nationalité, origine ethnique, date d'obtention du doctorat) et de caractéristiques de l'emploi actuel (secteur d'emploi, salaire, travail à temps partiel). Le second modèle y ajoute des variables relatives aux disciplines du doctorat dans la nomenclature simplifiée en cinq catégories avec les mathématiques-informatique comme référence. Le troisième modèle prend en compte, en outre, une variable dichotomique qui prend la valeur 1 si l'individu considère que son emploi est fortement relié à son diplôme de doctorat et 0 sinon. On peut ainsi neutraliser certains effets propres à l'appréhension subjective du lien formation-emploi par les individus. Le quatrième et dernier modèle reprend les variables du premier modèle en utilisant une nomenclature des disciplines plus détaillée.

Le genre n'exerce pas d'effet sur la probabilité d'être satisfait, pour dire vite, avec la discipline de son doctorat. En revanche l'origine ethnique et la nationalité semblent exercer un certain effet. Les individus d'origine asiatique d'une part, et les étrangers d'autre part, ont une probabilité significativement plus faible de se déclarer satisfaits avec le choix initial de leur discipline.

Les individus avec une ancienneté supérieure sur le marché du travail – ici caractérisés par le fait d'avoir obtenu le doctorat entre 3 et 7 ans avant la date de l'enquête, par rapport aux individus ayant obtenu leur doctorat moins de 2 ans auparavant (la référence) – s'avèrent être ceux qui expriment une satisfaction moindre à l'égard de leur choix disciplinaire. Leur

plus longue expérience sur le marché du travail leur permet également probablement de s'exprimer plus sûrement sur la vision qu'ils ont de leurs conditions d'emploi à moyen terme. Cette variable permet également d'éliminer certains effets indésirables liés justement au manque d'informations des jeunes diplômés sur les conditions du marché du travail, et donc sur l'opportunité de (re)faire un doctorat dans telle ou telle discipline.

Du côté des caractéristiques de l'emploi, on constate que les docteurs qui possèdent un emploi dans le secteur académique ont une probabilité plus forte de se montrer satisfaits de leur discipline de doctorat, comparativement aux individus ayant un emploi dans le secteur de l'administration publique, variable non significative, et dans le secteur privé (la référence). Le salaire augmente, comme on pouvait s'y attendre, la probabilité en question.¹²⁶ La variable « temps partiel » n'a par contre pas d'effet significatif.

La probabilité de se sentir satisfait avec le choix de la discipline du doctorat est clairement affectée par la discipline du doctorat. Dans les modèles 2 et 3 à nomenclature disciplinaire à cinq modalités, les individus les moins satisfaits avec leur discipline sont les docteurs en sciences physiques, suivis des individus en sciences de la vie, en sciences pour l'ingénieur et en sciences sociales, par rapport aux docteurs en mathématiques et informatique (la référence). Les coefficients relatifs à ces disciplines sont en effet négatifs et leurs ordres de grandeur respectent cette hiérarchie.

Dans la nomenclature détaillée introduite dans le modèle 4, les disciplines se présentent, toujours en comparaison des docteurs en mathématiques et informatique, comme suit, par ordre décroissant d'insatisfaction¹²⁷ : chimie, ingénierie civile, physique-astronomie, mécanique, autres sciences de la vie, autres sciences physiques, biologie, sociologie, autres SPI et autres sciences sociales. Les docteurs en économie, psychologie, ingénierie chimique et électricité-électronique n'ont pas une satisfaction significativement différente des docteurs en mathématiques et informatique. Cette hiérarchisation des disciplines fournit un indice intéressant des perceptions individuelles des conditions d'emploi et des perspectives offertes par la réalisation d'un doctorat dans telle ou telle discipline. Si on accepte cette interprétation, dans ce cas, les informations fournies par les jeunes docteurs laissent à penser que la situation

¹²⁶ Il faudrait, en toute rigueur, tenir compte d'une mesure de salaire relative comme nous le ferons lors de l'étude de la satisfaction au travail. Néanmoins, nos analyses, non reproduites ici, semblent indiquer que la non prise en compte de ce type de mesure n'est pas préjudiciable aux estimations que nous présentons dans cette section.

¹²⁷ Des plus insatisfaits au moins (des individus les plus) insatisfaits.

est peu encourageante dans plusieurs disciplines dont nous avons vu que les effectifs, après avoir fortement augmenté, ont commencé à régresser à partir du milieu des années 90.

Tableau 14. Etats-Unis : probabilité du choix fictif de refaire un nouveau doctorat dans la même discipline.

	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4
Constante	-0.504*** (0.055)	-0.270*** (0.075)	-0.481*** (0.076)	-0.516*** (0.085)
Sexe : féminin	0.039 (0.025)	0.031 (0.026)	0.035 (0.026)	0.023 (0.026)
Moins de 35 ans	0.035 (0.026)	0.047* (0.026)	0.041 (0.026)	0.038 (0.026)
Origine ethnique :				
asiatique	-0.180*** (0.034)	-0.185*** (0.034)	-0.160*** (0.034)	-0.185*** (0.034)
Autres minorités	0.016 (0.037)	0.013 (0.037)	0.027 (0.037)	0.016 (0.037)
Nationalité : étrangère	-0.144*** (0.035)	-0.151*** (0.035)	-0.180*** (0.035)	-0.152*** (0.035)
Doctorat obtenu entre 1990 et 1994	-0.076*** (0.025)	-0.067*** (0.025)	-0.068*** (0.025)	-0.067*** (0.025)
Secteur d'emploi :				
académique	0.213*** (0.030)	0.208*** (0.030)	0.121*** (0.030)	0.213*** (0.030)
administration publique	0.031 (0.044)	0.041 (0.044)	-0.009 (0.044)	0.046 (0.044)
Salaire annuel	9.57E-6*** (6.92E-7)	9.82E-6*** (7.14E-7)	8.58E-6*** (7.16E-7)	8.47E-6*** (7.42E-7)
Travail à temps partiel	0.061 (0.052)	0.032 (0.052)	0.034 (0.052)	0.026 (0.052)
Discipline du doctorat :				
sciences physiques		-0.339*** (0.056)	-0.329*** (0.056)	
sciences de la vie		-0.249*** (0.052)	-0.269*** (0.052)	
sciences sociales		-0.117** (0.055)	-0.169*** (0.055)	
SPI		-0.132** (0.054)	-0.134** (0.054)	
Considère son emploi comme fortement relié à son doctorat			0.401*** (0.027)	
Discipline : biologie				-0.247*** (0.053)

autres sciences de la vie				-0.275*** (0.061)
chimie				-0.392*** (0.065)
physique, astronomie				-0.316*** (0.068)
autres sc. physiques				-0.270*** (0.081)
économie				-0.135 (0.084)
psychologie				-0.076 (0.061)
sociologie				-0.195** (0.080)
autres sciences sociales				-0.157** (0.077)
ingénierie chimique				-0.032 (0.089)
ingénierie civile				-0.352*** (0.098)
électricité, électronique				0.085 (0.069)
mécanique				-0.313*** (0.083)
autres SPI				-0.192*** (0.062)
μ	0.999*** (0.015)	1.003*** (0.015)	1.019*** (0.016)	1.006*** (0.015)
LR	19275	19213	18994	19170
Nombre d'observations	9726	9726	9726	9726

Notes: estimation ML probit ordonné. Voir texte pour plus de détails. Référence pour la discipline du doctorat pour les deux groupements disciplinaires : mathématiques et informatique. Notation pour les coefficients de la variable salaire : 'E-6' signifie 10^{-6} . Seuils de significativité : *** significatif à 1%, ** significatif à 5%, * significatif à 10%.

2.1.2.4. Une inversion de la problématique : quels effets des conditions du marché du travail sur le nombre futur de diplômés ?

Au-delà des conditions objectives du marché du travail qui sont susceptibles d'exercer des effets sur le nombre d'inscrits et de diplômés dans un champ disciplinaire, d'autres informations indirectes et plus subjectives peuvent nous renseigner sur l'état des perspectives d'emploi et de carrières d'une discipline spécifique. C'est le cas de la variable « satisfaction avec la discipline du doctorat » que nous venons d'étudier précédemment. Il est alors possible d'espérer mesurer les effets des conditions subjectives d'emploi telles qu'appréhendées par cette variable sur le nombre futur de diplômés de doctorat.

Nous avons représenté sur un même graphique (Figure 9) les coefficients estimés, issus du modèle précédent à nomenclature disciplinaire détaillée (Tableau 14), relatifs à chaque discipline (en abscisses) et les taux de croissance du nombre de diplômés de doctorat effectivement observés aux États-Unis entre 1996 et 2000. Nous avons choisi cette période pour son caractère relativement pertinent. Les estimations du modèle sont réalisées sur des données évaluant la situation individuelle en avril 1997. En considérant que les doctorants potentiels ont pu être influencés par les informations disponibles à ce moment-là, c'est-à-dire en 1996-97, pour choisir ou non de faire une thèse, et que la durée moyenne des thèses est de 4 ans, la période théorique d'observation qui nous intéresse est 1996-2000 ou 1997-2001.¹²⁸ Pour calculer les taux de croissance du nombre de diplômés, nous avons opéré des regroupements disciplinaires dans le *Survey or Earned Doctorates* qui les rendent compatibles avec la nomenclature des disciplines utilisées dans les estimations précédentes.

La relation obtenue entre les deux variables est clairement positive même si le nuage de points est assez dispersé. Plus le coefficient estimé augmente, c'est-à-dire plus la propension des individus à accepter la proposition de refaire, si cela était possible, un doctorat dans la même discipline est grande – i.e. plus les individus se montrent satisfaits à l'égard de leur choix disciplinaire selon l'interprétation fournie précédemment –, plus la croissance du nombre de diplômés de doctorat sur la période qui a suivie a été importante. Et inversement. Par exemple, les docteurs en physique-astronomie et en ingénierie mécanique interrogés en 1997 ont une faible probabilité de vouloir refaire, si cela était possible, un doctorat dans cette discipline (coefficients estimés fortement négatifs, de respectivement -0,316 et -0,313) et sont

donc peu enclins à recommander cette discipline aux nouveaux entrants potentiels. Cet effet traduit probablement les difficultés rencontrées alors sur le marché du travail et les conditions d'emploi peu favorables. Or on constate que ces deux disciplines ont connu un recul prononcé du nombre de diplômés de doctorat entre 1996 et 2000 (de respectivement -17,1% et -18%).

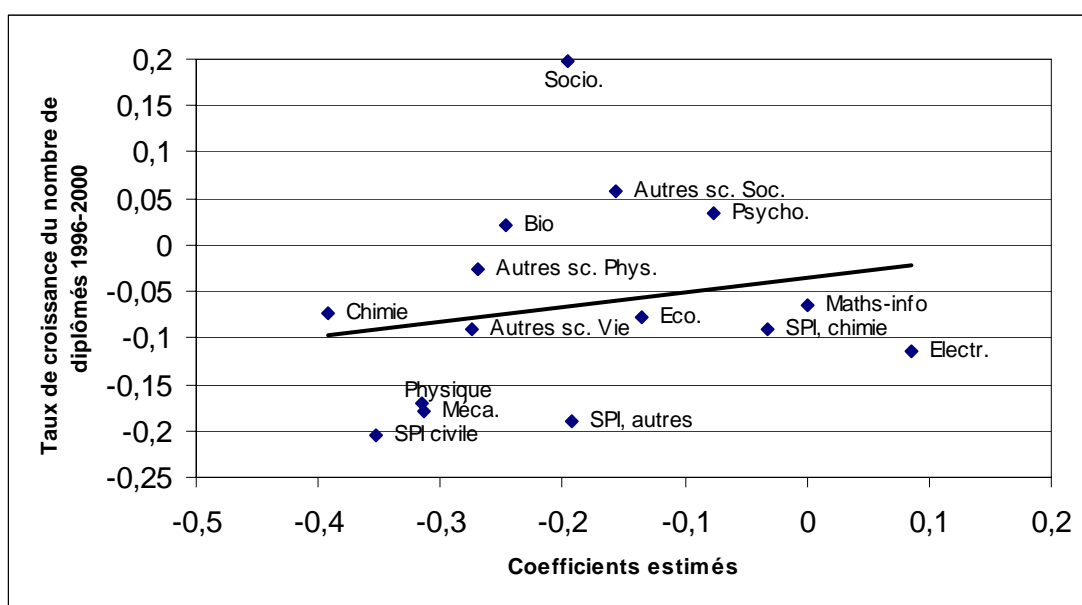
Cette analyse indique que les modèles d'équilibre offre-demande de diplômés doivent intégrer de très nombreux éléments pour rendre compte de la réalité sur le marché du travail scientifique, et qu'une partie de ces éléments sont subjectifs. En se référant à la vision qu'ont les individus de leur situation sur le marché du travail, dans un contexte où les emplois de chercheurs sont probablement en évolution rapide et où les emplois académiques traditionnels sont loin d'être désormais la norme, il est en effet possible d'expliquer une part des fluctuations observées sur le marché du travail scientifique. Si des variables « objectives » telles que le nombre de postes disponibles dans le secteur universitaire et de la recherche publique, le nombre d'enseignants nécessaires pour encadrer les premiers cycles universitaires, les droits d'inscription, ou bien encore de façon plus globale les dépenses de R&D, sont essentielles dans la compréhension de la cyclicité du marché du travail scientifique, comme les analyses précédentes nous l'ont montré, l'information contenue dans d'autres éléments plus subjectifs tels que les revenus futurs anticipés mais également donc les conditions d'emploi ou les perceptions qu'ont les individus de leur situation sur le marché du travail n'est pas à négliger. Mais, pour pouvoir utiliser ces variables subjectives, pour comprendre le fonctionnement, ou mieux, pour (tenter de) prévoir les évolutions du marché du travail scientifique, reste à révéler le contenu informationnel de telles variables, ce qui est loin d'être simple.

Cela incite néanmoins à prendre avec beaucoup de précautions les conclusions issues des modèles traditionnels d'équilibre dans un contexte où la qualité – ce terme est à prendre au sens large pour intégrer les multiples dimensions de cette notion – des emplois de R&D est en évolution rapide. Au-delà des difficultés de mesure du côté demande du marché du travail – si les besoins du marché académique sont relativement aisés à définir, il n'en est pas de même des besoins en main-d'œuvre scientifique du secteur privé, et encore moins dans un contexte où on assiste à une redéfinition des normes de l'emploi scientifique avec l'émergence de nouveaux champs, l'apparition de nouveaux secteurs et l'imbrication

¹²⁸ Nous avons également testé d'autres périodes plus ou moins longues (1996-2001, 1997-2000...) avec, dans tous les cas, l'obtention d'une relation positive entre les deux variables de la forme de celle représentée ici.

croissante des acteurs de l'innovation – c'est donc à une analyse multidimensionnelle, et non pas seulement quantitative, à laquelle il faut recourir pour évaluer l'état du marché du travail scientifique.

Figure 9. Corrélation entre les coefficients estimés relatifs aux disciplines et les taux de croissance du nombre de diplômés de doctorat entre 1996 et 2000.



Source. Coefficients estimés : ce sont les valeurs des coefficients estimés relatifs aux disciplines du Tableau 14. Taux de croissance du nombre de diplômés : ce sont les taux de croissance du nombre de diplômés de doctorat calculés à partir des données du Survey of Earned Doctorates (NSF/SRS), une fois opérée les regroupements disciplinaires qui s'imposaient.

2.1.3. Les transformations récentes du marché du travail académique

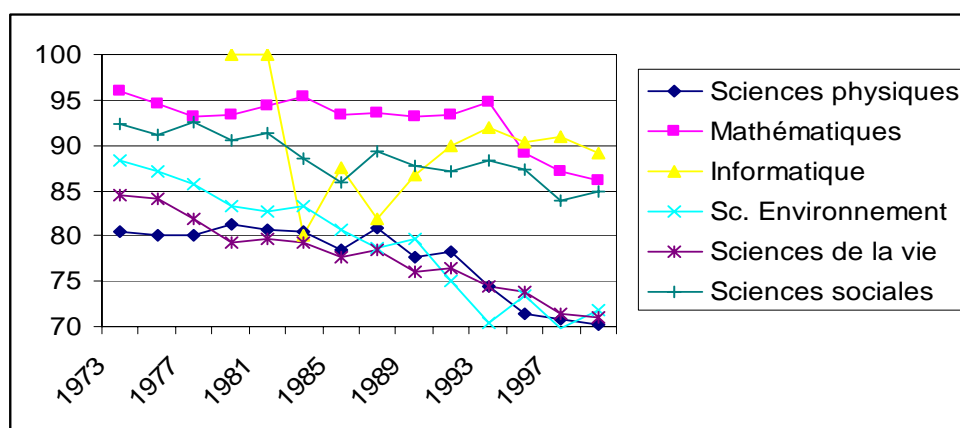
L'évolution du nombre de docteurs scientifiques employés aux États-Unis suit les grands mouvements d'offre de diplômés que nous avons signalés.¹²⁹ Alors que jusqu'en 1961 ce nombre n'excédait pas 60 000, il a ensuite fortement augmenté jusqu'en 1973 où il atteignait 215 000, avant de poursuivre sa progression mais de façon ralentie pour se fixer autour de 505 000 en 1997. Sur la période 1873-97, le nombre d'emplois dans la sphère académique pourvue par les docteurs scientifiques est passé de 118 000 à 232 000 (National Science Board, 2002, p. 6-20). La part d'emplois académiques pour les docteurs scientifiques

¹²⁹ Les explications de ces évolutions, qui font toujours débat, sont à chercher du côté des fonds croissants disponibles pour la recherche dans certains secteurs ou de l'augmentation du nombre d'inscrits à l'université qui

a donc lentement régressé sur cette période et retrouve ainsi son niveau initial de l'après-guerre (autour de 46-47%). L'emploi académique des docteurs scientifiques a faiblement augmenté sur la première moitié des années 90 – moins de 1% par an – avant de croître un peu plus rapidement entre 1995 et 97.¹³⁰

Mais des transformations ont également affecté le segment académique de l'emploi des docteurs scientifiques sur les trente dernières années¹³¹ avec notamment une diminution de la part de l'emploi académique à plein-temps.¹³² De 88% en 1973, cette part de l'emploi doctoral académique plein-temps dans le total de l'emploi académique doctoral est passée à 82% en 1989 avant d'atteindre le niveau historiquement bas de 77% en 1997. La plupart des disciplines sont concernées par cette baisse, mais les régressions les plus importantes se situent dans les sciences physiques et les sciences de la vie, avec respectivement, -10,3 et -13,6 points de pourcentage (Figure 10). C'est à partir de la fin des années 80 que la baisse la plus sensible est observée dans ces deux disciplines.

Figure 10. États-Unis : proportion d'emploi académique à plein-temps dans l'emploi académique total, diplômés de doctorat, 1973-1999 (%).



Source : Characteristics of Doctoral Scientists and Engineers in the United States: 1999, NSF/SRS.

nécessitent un encadrement professoral. Un mouvement auto-entretenu, mais limité par l'allocation des fonds disponibles, implique nombre d'étudiants, nombre de doctorants et nombre de postes académiques.

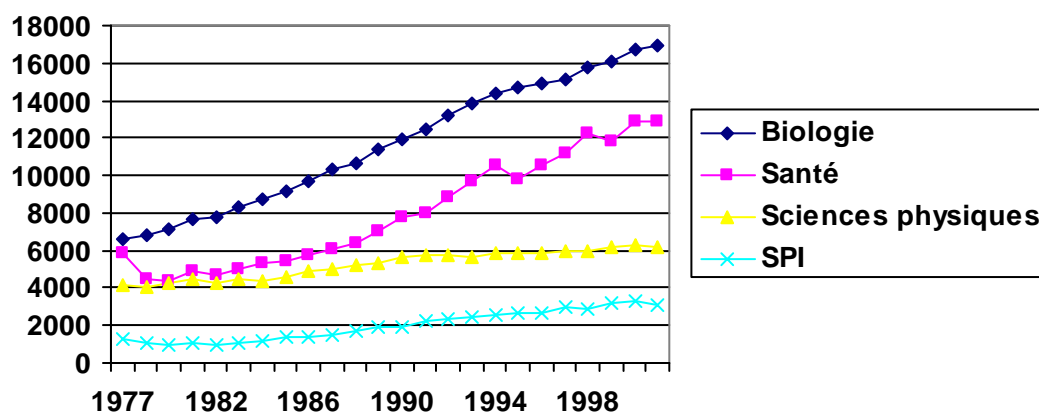
¹³⁰ Au moment où nous écrivons ces lignes, les données disponibles concernant ce sujet s'arrêtent en 1997.

¹³¹ On pourra se référer utilement à Levin et al. (2003) qui étudient le rôle spécifique joué par les immigrants dans les transformations ayant affecté l'emploi académique aux USA.

¹³² La simplicité de la formulation anglaise peut permettre de mieux comprendre notre propos : la part dont il est question ici correspond à la composante *full-time doctoral S&E faculty* qui comprend les *full, associate and assistant professors* ainsi que les *instructors*.

L'essentiel de la progression du *non faculty employment* parmi les docteurs du secteur académique est due à l'augmentation du nombre de post-doctorats. Selon les données de la NSF, plus de 40 000 post-doctorants sont actuellement présents sur le sol américain alors qu'ils étaient moins de 14 000 avant 1979. Les post-docs en sciences de la vie¹³³ sont de loin les plus nombreux et ont subi l'accroissement le plus important, bien qu'une croissance régulière du nombre de post-doc en physique et, plus récemment, en sciences pour l'ingénieur, soit également observée. Les post-doctorants sont également concentrés dans un nombre limité d'institutions puisque 50 universités américaines concentrent plus des deux tiers des post-doctorants.¹³⁴

Figure 11. Nombre de post-doctorants présents aux USA, par disciplines (1972-99).



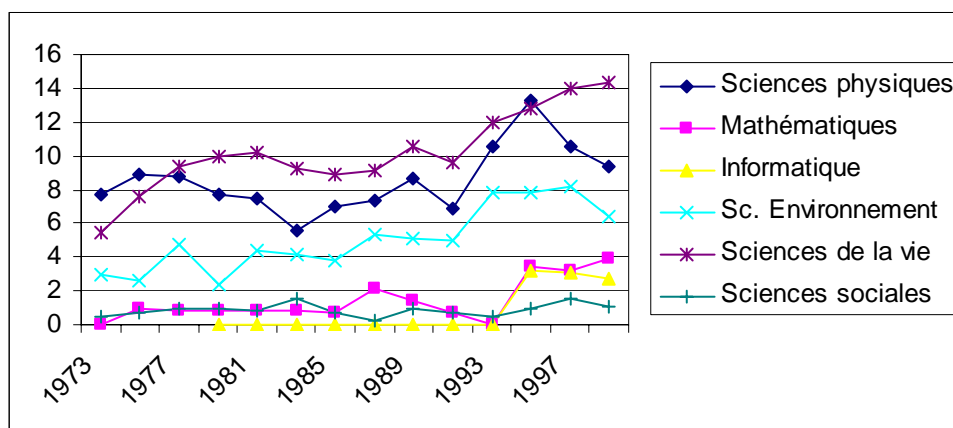
Source : NSF-NIH Survey of Graduate Students and Postdoctorates in Science and Engineering, NSF-SRS.

Dans les sciences physiques, l'augmentation de la part de l'emploi post-doctoral dans le total de l'emploi académique de niveau doctoral est spectaculaire entre 1991 et 1995 (+6,5 points de pourcentage), avant de connaître une baisse sur la seconde moitié des années 90. Dans les sciences de la vie l'augmentation est régulière sur la décennie passée (+4,7 points de 1991 à 1999).

¹³³ La question de l'allocation et de la formation des post-doctorants n'est pas nouvelle. Elle était déjà abordée dans un article de McGinnis, Allison et Long en 1982.

¹³⁴ En 1997, l'université de Harvard comprenait ainsi plus de 2500 post-doctorants.

Figure 12. États-Unis : proportion de post-doctorants dans l'emploi académique doctoral total, par grands groupements disciplinaires, 1973-1999 (%).



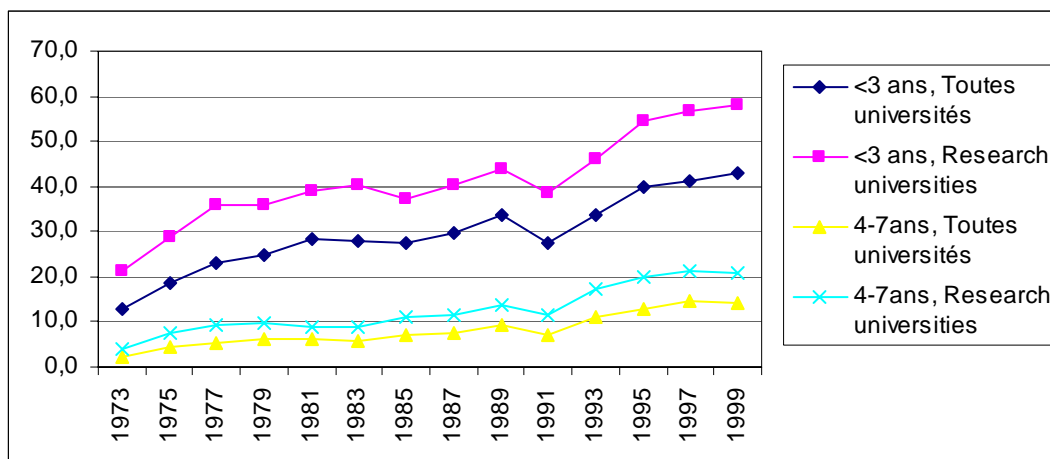
Source : Characteristics of Doctoral Scientists and Engineers in the United States: 1999, NSF/SRS.

Ces évolutions concernent l'ensemble de la population académique titulaire d'un doctorat. Or, les évolutions les plus sensibles sont observées sur la population des docteurs récemment diplômés. Les transformations sur cette « jeune » population qui entre dans la sphère académique sont identiques mais plus marquées. La proportion de post-doctorants dans l'emploi académique de niveau doctoral, toutes universités et toutes disciplines confondues, est ainsi passé de 12,8% en 1973 à 43,1% en 1999 pour les titulaires d'un doctorat depuis trois ans ou moins (Figure 13). La proportion correspondante dans les *research universities* a suivi une évolution encore plus marquée à la hausse (de 21,4% à 58,2%). C'est sur la dernière décennie que l'accroissement est le plus fort, singulièrement dans les universités de recherche (près de 20 points de pourcentage de plus). Pour les docteurs ayant une ancienneté de 4 à 7 ans sur le marché du travail, la proportion de post-docs est également à la hausse sur l'ensemble de la période, même si les progressions sont moindres. C'est avec regrets que nous devons constater qu'il est impossible de faire cette décomposition par disciplines, faute de mise à la disposition publique de ces données¹³⁵. Remarquons néanmoins que, du fait que la proportion des post-doctorants est fortement concentrée dans quelques disciplines, essentiellement les sciences de la vie, que ce sont ces disciplines qui ont connu les plus fortes augmentations et que, globalement, ce sont les individus récemment diplômés qui possèdent très majoritairement ce type de positions post-doctorales, il en découle logiquement que la

¹³⁵ Les SDR contiennent plusieurs questions précises sur ce sujet. Hélas, le contenu, même sur les bases de données individuelles, n'est pas rendu public, rendant impossible la connaissance du statut dans le secteur académique...

proportion de post-docs parmi les jeunes diplômés des sciences de la vie a dû très fortement augmenter.

Figure 13. Part des post-doctorants dans l'emploi académique total pour les individus récemment diplômés de doctorat, toutes disciplines confondues, 1973-99 (%)



Source : SDR, NSF/SRS. <3 ans : diplômés de doctorat depuis moins de trois ans. 4-7 ans : diplômés entre 4 et 7 ans avant la date de l'enquête.

2.2. Cyclicité du marché du travail des docteurs en France

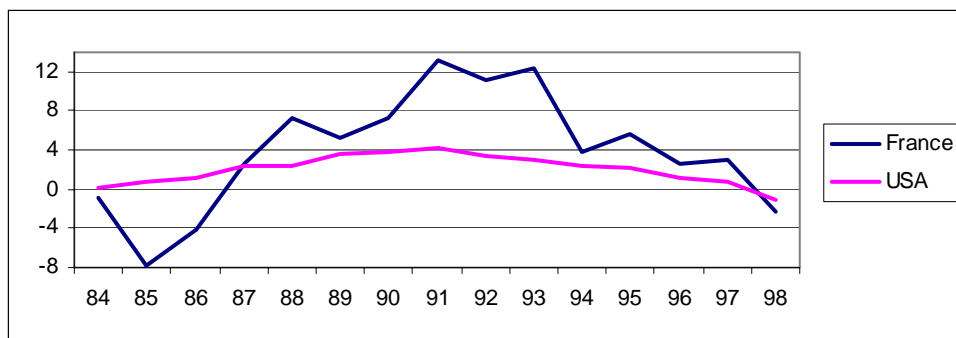
En France, une croissance importante du nombre de diplômés de doctorat peut être observée du milieu des années 80 au milieu des années 90 (Figure 14 et Tableau 15). La croissance globale est particulièrement forte de 1986 à 1994. Ensuite, le nombre total de docteurs a lentement augmenté avant de diminuer en 1998 et 1999.

La croissance du nombre de docteurs de 1986 à 1996 est plus forte en France qu'aux USA puisque ce nombre y a augmenté de près de 130% contre seulement 33% pour ce dernier pays. Mais globalement la croissance est concentrée de 1989 à 1994 dans les deux pays, avec des taux de croissance respectifs de 72.7% et 19.5%.

Par grandes disciplines, des évolutions relativement similaires se sont produites dans les deux pays sur les deux dernières décennies. En France, la croissance dans les sciences exactes a été particulièrement importante entre le milieu des années 80 et le milieu des années 90. La croissance des diplômés en LSHS, légèrement en retard par rapport à celle des diplômés de sciences exactes, est également importante et s'est poursuivie dans les années récentes. En

revanche, en sciences exactes, cette période de croissance a été suivie d'une période de déclin, le nombre de diplômés dans ces disciplines diminuant globalement de 12,6% entre 1996 et 1999.

Figure 14. Taux de croissance annuels du nombre de docteurs diplômés (%).



Source: Ministère de l'Éducation et Ministère de la Recherche (plusieurs années) et Survey of Earned Doctorates (2000). Note : les taux de croissance annuels sont calculés par moyenne mobile sur 3 ans.

Tableau 15. France : nombre de nouveaux docteurs par grands groupements disciplinaires (1992-1999)

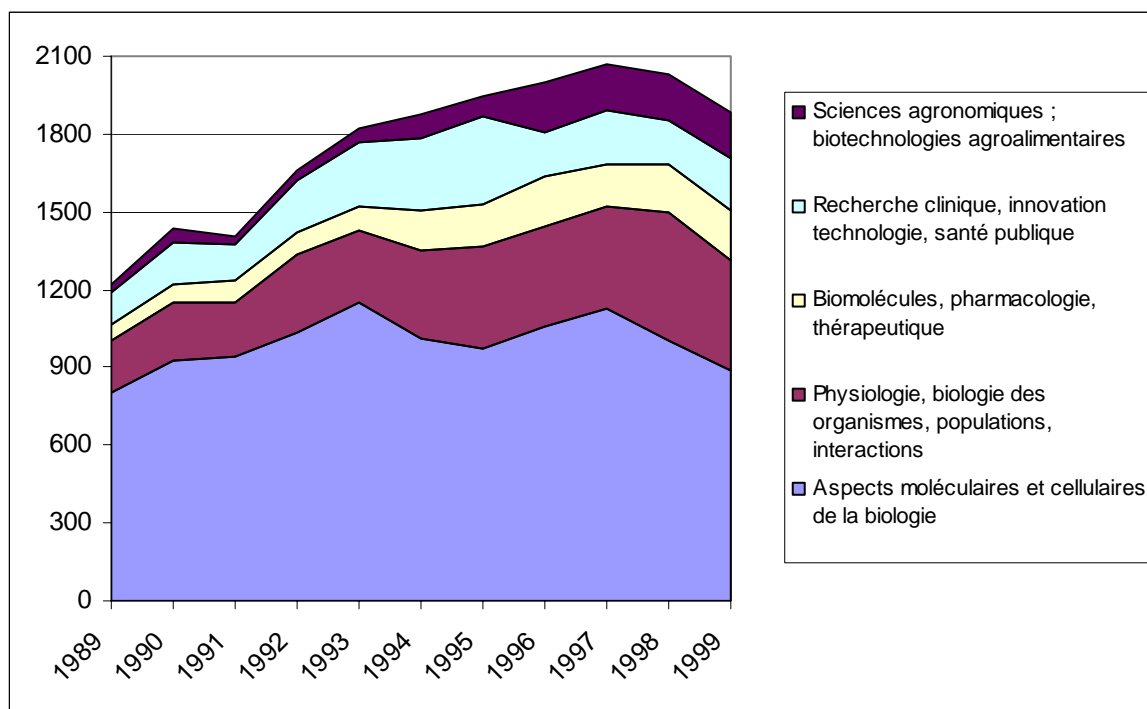
	92	93	94	95	96	97	98	99	99/92	96/92	99/96
Maths-info	683	740	846	792	898	886	845	769	12.6	31.5	-14.4
Physique-SPI	2121	2283	2532	2324	2864	2764	2636	2469	16.4	35.0	-13.8
Sc. terre	418	410	439	417	499	493	436	392	-6.2	19.4	-21.4
Chimie	1113	1094	1197	1122	1150	1120	1031	965	-13.3	3.3	-16.1
Sc. de la vie	1672	1857	1977	1946	2002	2070	2033	1882	12.6	19.7	-6.0
Sous total	6007	6384	6991	6601	7413	7333	6981	6477	7.8	23.4	-12.6
Sc. humaines	1404	1587	1987	1756	2020	2096	1903	2126	51.4	43.9	5.2
Sc. sociales	1174	1326	1620	1304	1537	1652	1698	1638	39.5	30.9	6.6
Total	8585	9297	10598	9661	10970	11081	10582	10241	19.3	27.8	-6.6

Source: Rapports sur les études doctorales. Trois dernières colonnes : taux de croissance en % entre les différentes années considérées.

Mais, même au sein des disciplines considérées jusqu'ici, des variations importantes du nombre de diplômés de doctorat peuvent être observées par spécialités détaillées. Illustrons ceci avec le cas des sciences de la vie, qui offre par ailleurs un certain nombre de spécificités qu'il est utile de souligner. Si le nombre de diplômés de doctorat dans ces disciplines a fortement augmenté depuis le début des années 90, la diminution « récente » du nombre de docteurs qui y est observée est moins prononcée que dans les autres disciplines. Par sous-spécialité (Figure 15), le nombre de diplômés en « sciences agronomiques, biotechnologies

agroalimentaires » a le plus fortement augmenté quelque soit la période considérée (par un facteur de cinq sur l'ensemble de la période ; voir aussi Tableau 16). Le nombre de diplômés de thèse en « physiologie, biologie des organismes... » et en « biomolécules, pharmacologie, thérapeutique » a également eu tendance à augmenter assez fortement. En revanche, le nombre de diplômés de doctorat dans des spécialisations telles que « les aspects moléculaires et cellulaires de la biologie » et « la recherche clinique et la santé publique », après avoir connu une période de légère hausse, a eu tendance à stagner autour d'un niveau stationnaire avant de connaître une certaine diminution.

Figure 15. Nombre de diplômés de doctorat en sciences de la vie entre 1989 et 1999 en France (par spécialisations détaillées).



Source : Rapports sur les Etudes Doctorales.

Il est possible de cumuler le nombre de soutenances de thèses sur 10 ans. C'est ce qui est fait dans le Tableau 16 (partie basse du tableau) pour les sciences de la vie. L'appréciation des évolutions du nombre de thèses soutenues est alors une nouvelle fois sensiblement modifiée. On constate en effet que plus de 17 000 thèses ont été soutenues dans ces disciplines entre 1989 et 1998, et que ce nombre a augmenté de 31% entre la période 1989-93 et la période 1994-98, avec près de 10 000 thèses soutenues sur cette dernière sous-période. L'évolution du nombre cumulé de soutenances entre ces deux périodes de cinq ans est

cependant très variable d'une spécialisation à l'autre puisque les taux de croissance vont de seulement 6% pour les « aspects moléculaires et cellulaires de la biologie » à 234% pour les « sciences agronomiques et biotechnologies agroalimentaires ».

Tableau 16. Nombre annuel et cumulé de diplômés de doctorat en sciences de la vie (France, 1989-98).

	Aspects moléculaires et cellulaires de la biologie	Physiologie, biologie des organismes, populations, interactions	Biomolécules, pharmacologie, thérapeutique	Recherche clinique, innovation technologie, santé publique	Sciences agronomiques, biotechnologies agroalimentaires	TOTAL
Nombre annuel de soutenances						
1989	801	200	66	119	37	1223
1998	1000	495	190	169	179	2033
Différences 98/89	199	295	124	50	142	810
Ratios 98/89	1,25	2,48	2,88	1,42	4,84	1,66
Nombre cumulé de soutenances						
1989-98	10029	3209	1273	2019	941	17471
1989-93	4861	1199	407	863	217	7547
1994-98	5168	2010	866	1156	724	9924
Différences 94-98/89-93	307	811	459	293	507	2377
Ratios 94-98/89-93	1,06	1,68	2,13	1,34	3,34	1,31

Source : Rapports sur les Etudes Doctorales.

Dans les années à venir, la crainte d'une pénurie de thèses a fait réagir les milieux scientifiques et s'est traduit par l'annonce de différentes mesures en faveur de la recherche dans le projet civil de recherche et développement pour 2002¹³⁶ :

- L'augmentation des revenus des allocataires avec deux volets : une augmentation de 5,5% de l'allocation de recherche à 7807 F bruts mensuels au 1er janvier 2002 et la progressive généralisation du monitorat, donnant aux allocataires un revenu mensuel brut supplémentaire de 2200 F.
- Une réorganisation des activités des doctorants, avec la progressive généralisation et la transformation du monitorat. Le nombre de moniteurs est ainsi passé de 1500 en 1996 à 2700 en 2001¹³⁷ pour progressivement se généraliser à l'ensemble des allocataires de recherche. Plus de 67% de ces nouveaux allocataires voient ainsi leur allocation de recherche complétée par un

¹³⁶ Avec l'annonce de telles mesures, le Ministère ne cache pas son objectif prioritaire, « attirer les jeunes vers la recherche » (BCRD 2002, p. 18).

monitorat à la rentrée 2001 contre 40% en 1996. Le volet qualitatif est décrit comme suit, dans les termes mêmes du projet : « il sera procédé à une révision de l'ensemble du dispositif allocation-monitorat afin de lier de façon systématique l'allocation de recherche à un monitorat révisé et élargi pouvant aller au-delà des seules activités d'enseignement : recherche en entreprise, consultance auprès d'organismes publics, valorisation, etc. Cela permettra d'adapter l'allocation et le monitorat aux métiers de la recherche de demain et de diversifier les débouchés professionnels des jeunes docteurs. » (BCRD 2002, p.18).

L'effet revenu constitué par l'augmentation de l'allocation de recherche et la généralisation du monitorat est sans conteste incitatif à poursuivre des études doctorales. Cependant, de nombreux éléments interagissent pour expliquer l'évolution du nombre d'inscriptions en thèses. Massy et Goldman (1995) distinguent ainsi trois facteurs essentiels : le nombre de directeurs disponibles pour l'encadrement des thèses, le nombre d'enseignants nécessaires pour encadrer les étudiants et les financements disponibles pour les thésards. Mais les perspectives futures de croissance économique ne sont, selon nous, pas à négliger.¹³⁸ En effet, la croissance économique est un élément déterminant des conditions du marché du travail qui agissent par de multiples canaux sur le nombre de doctorants.¹³⁹

D'autres effets d'annonce, tels que les départs « massifs » à la retraite des chercheurs des grands organismes publics de recherche et des enseignants-chercheurs dans les années à venir, vont venir compléter les effets incitatifs à la poursuite en thèse des mesures annoncées en faveur des jeunes chercheurs.¹⁴⁰ Ainsi, le dernier rapport de l'OST sur le sujet (Crance et

¹³⁷ Cette augmentation du nombre de monitorats est conforme aux recommandations émises par le rapport Cohen-Le Déaut (1999) écrit à la demande de Lionel Jospin.

¹³⁸ Même si une mesure précise de l'effet de la croissance sur le nombre de thésards et plus généralement sur le nombre d'étudiants est impossible à réaliser...

¹³⁹ Effets directs sur les perspectives d'emploi des docteurs dans le secteur privé, effets sur les poursuites d'études en thèse (Card et Lemieux 1995)... La récession de 1993 semble par exemple avoir incité de nombreux diplômés de maîtrise, de DEA et d'écoles d'ingénieurs à s'inscrire en thèse faute d'emplois satisfaisants disponibles à la fin de leurs études. L'augmentation concomitante du nombre de financements disponibles les y encourageait également.

¹⁴⁰ Cependant, une analyse objective montre que ces départs ne sont pas aussi massifs qu'on veut bien le dire. Tout dépendra en fait du nombre de soutenances de thèses dans les années à venir. Avec un taux de départ à la retraite des chercheurs publics et enseignants-chercheurs estimé à 4,4 % pour la période 2005-2010 et en faisant l'hypothèse d'un taux de variation de l'effectif de 2 %, le nombre de recrutements des chercheurs et enseignants-chercheurs serait donc, sur cette période, de 5000 par an (6,4 % d'un effectif initial de 75 000). Voir Barré (2002), Héon (2002) et CNRS (2003). Cependant, compte tenu des évolutions récentes peu favorables du

Romanana-Rahary 2003)¹⁴¹ montre que les disciplines sont diversement concernées par ce phénomène des départs puisque les prévisions des taux annuels de départs (en retraite et hors retraite¹⁴²) s'échelonnent de 2,7% en STAPS à 6% en sciences de l'éducation sur la période allant de 2003 à 2012. Les disciplines les plus affectées par les départs seraient les mathématiques et leurs applications, la physique théorique, l'astronomie et l'astrophysique et les aspects physico-chimiques de la pharmacologie.¹⁴³

Dans les deux sections suivantes, nous nous demanderons comment peut être expliquée l'évolution de l'offre de diplômés de doctorat durant les années 90. La disponibilité et le montant des financements de thèse sont deux candidats intéressants et leur influence sera examinée dans la section 2.2.1, en tentant d'expurger les effets purement démographiques issus de la dynamique de l'offre de diplômés universitaires des niveaux de diplôme inférieur. La section 2.2.2. examinera plus particulièrement les effets des conditions du marché du travail en combinant diverses données issues des enquêtes du Ministère et des enquêtes du Céreq.

Dans la dernière section (2.2.3.), une modélisation sur données individuelles du même type que celle que nous avons présentée pour le cas américain tentera de déterminer quelles sont les conséquences de l'évolution de l'offre de diplômés sur les conditions d'emploi des diplômés récemment titulaires d'un doctorat.

Nous avons renoncé à effectuer une analyse offre-demande, en comparant, par disciplines détaillées, le nombre de diplômés de doctorat au nombre de postes à pourvoir dans la sphère académique et de la recherche publique, au vu des difficultés statistiques que cela pose. En effet, la disponibilité des données ne nous ait pas apparue comme suffisante pour espérer mesurer l'importance des déséquilibres entre offres et demandes par disciplines. En

nombre de thèses, et en dépit du « stock » de docteurs constitué dans la dernière décennie, la situation peut être considérée comme préoccupante dans certaines disciplines.

¹⁴¹ Qui fait suite à une série de rapports qui tentent d'évaluer l'évolution de la démographie des enseignants-chercheurs et des chercheurs du secteur public. Le rapport en question s'intéresse uniquement aux enseignants-chercheurs et aux chercheurs des neuf EPST, soit 66 000 chercheurs (parmi le total d'environ 88 000 chercheurs de l'ensemble des institutions publiques). Sont en particulier exclus de l'étude les chercheurs des EPIC et les personnels non contractuels de l'enseignement supérieur et de la recherche publique. Les résultats fournis ne sont que des prévisions basées sur une série d'hypothèses. Ils ne tiennent pas compte en particulier du dynamisme « intrinsèque » aux disciplines et des politiques « discrétionnaires » de l'Etat pouvant affecter grandement les recrutements dans des disciplines considérées comme prioritaires.

¹⁴² Qui concerne la mobilité entre institutions, publiques ou privées.

¹⁴³ Et parmi les LSHS on trouve l'anthropologie-ethnologie-préhistoire, l'histoire moderne et contemporaine, langage et communication, langues et littératures, philosophie et arts, sciences de l'éducation.

outre, l'intérêt d'une telle étude aurait été relativement limité puisque la seule indication obtenue eut été le potentiel d'emploi doctoral hors secteur académique traditionnel.¹⁴⁴

2.2.1. Quels effets de la disponibilité et du montant des financements de thèse sur la production de diplômés ?

Depuis le début des années 80, les politiques publiques de la plupart des pays de l'OCDE ont tenté d'accroître la R&D dans le cadre de la compétition technologique mondiale. Le développement de l'enseignement supérieur et de la recherche était ainsi vu comme un des déterminants essentiels de la croissance à long terme. Or, le nombre de scientifiques et d'ingénieurs était moins élevé en France que dans la plupart des pays de l'OCDE (OECD 1991). La plupart des études de prévision réalisées concluaient à un manque futur de main-d'œuvre scientifique et technologique. En 1989, les travaux du X^{ème} plan vont toujours dans ce sens et notent que :

« Compte tenu des évolutions prévisibles de la demande en matière de personnels scientifiques et techniques, des tensions importantes risquent d'apparaître sur le marché de l'emploi » (Beltramo, Bourdon, Paul, 1994).

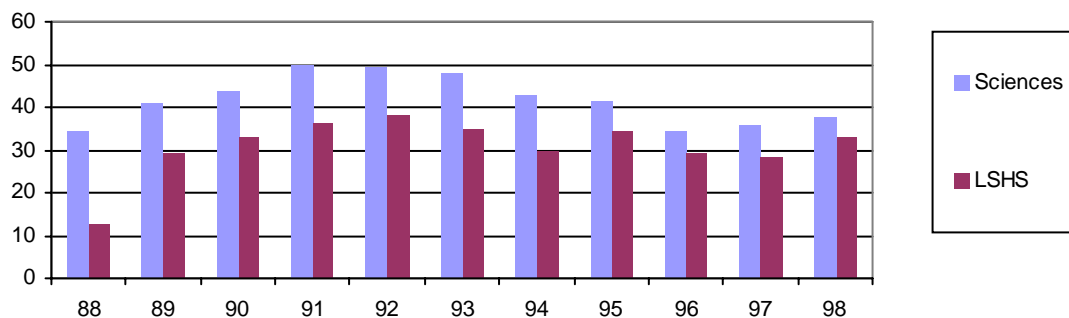
Les réponses à cette insuffisance potentielle ont été multiples. Une diversification des sources de financement pour les doctorats ainsi qu'une augmentation des financements disponibles – la Figure 16 présente la proportion de thèses financées par allocations du Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche – ont alors été entreprises à partir du milieu des années 80. D'autres mesures telles que la création des écoles doctorales visaient à augmenter la recherche scientifique universitaire ont été prises. Le développement des relations sciences-industrie a également été mis au premier plan avec la création des financements Cifre en 1981 et la progressive montée en puissance du dispositif.¹⁴⁵ L'ensemble de ces incitations à l'entreprise de carrières scientifiques est cependant difficilement chiffrable faute de données disponibles. Il est néanmoins incontestable que de

¹⁴⁴ Or, une analyse des flux telle que nous allons l'entreprendre ci-dessous nous donnera déjà des indications assez précises sur ce point.

¹⁴⁵ Ces orientations ont été confirmées au fin des ans comme elles semblent l'être de nouveau dans un contexte de stagnation des crédits alloués à la recherche. Claudie Haigneré, lors du discours de présentation du budget de recherche 2004, affirmait : « Je souhaite encourager et renforcer les partenariats entre entreprises et laboratoires publics : toutes les réformes entreprises, qu'il s'agisse de la création de 300 CIFRE , du crédit d'impôt recherche ou de la prime au partenariat, intègrent cette dimension qui est essentielle à l'attractivité de notre territoire. » (<http://www.recherche.gouv.fr/discours/2003/dinfobudget.htm>).

telles politiques ont très probablement contribué à l'augmentation du flux de docteurs à partir du milieu des années 80.

Figure 16. Proportion de thèses françaises financées par allocation du Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche (1988-1998, %)



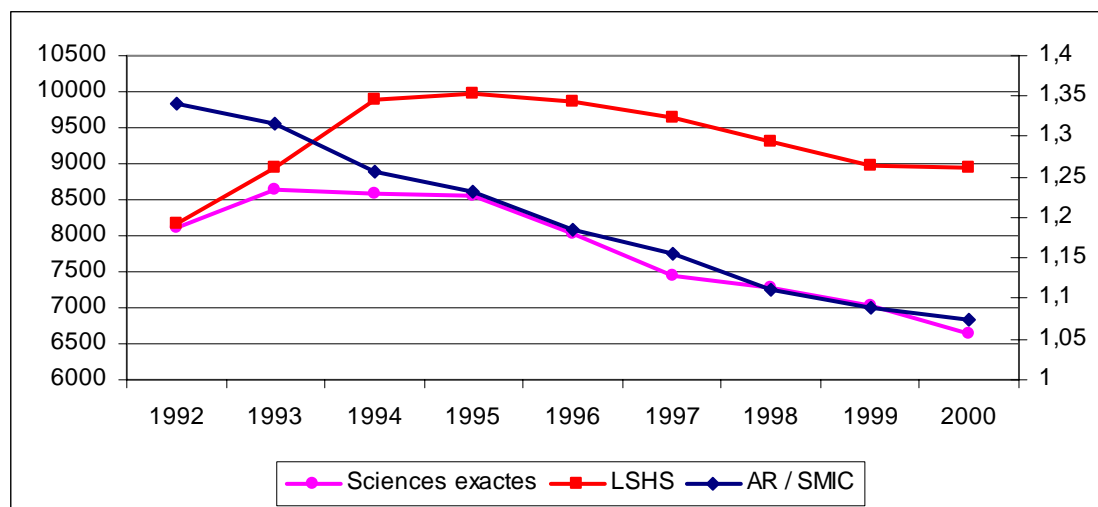
Source : Rapports sur les Etudes Doctorales.

Une illustration pour les docteurs français peut être présentée en faisant figurer sur un même graphique l'évolution du salaire relatif des doctorants (ici déterminé à l'aide du rapport entre le montant de l'allocation de recherche et le SMIC¹⁴⁶) et l'évolution du nombre de premières inscriptions en thèse.¹⁴⁷ Une évolution parallèle du revenu relatif des allocataires et du nombre de nouvelles inscriptions en thèse dans les disciplines scientifiques apparaît alors clairement sur le graphique suivant.

¹⁴⁶ En supposant que ce revenu relatif ait une signification... Cela pose question pour plusieurs raisons : le SMIC n'est pas un revenu de référence pour les diplômés de seconds ou troisièmes cycles universitaires ; la variation de ce revenu relatif est-elle comparable à la variation du revenu relatif potentiel (réel) des titulaires de maîtrise par exemple ? Les données du Céreq issues des trois enquêtes enseignement supérieur sur les sortants de 1991, 1994 et 1997 ne semblent pas confirmer cela...

¹⁴⁷ Voir également dans le chapitre 2, les Figure 33 et Figure 34 (p. 146) qui fournissent une utile illustration des décalages entre le nombre de premières inscriptions en thèse et le nombre de soutenances de thèses.

Figure 17. Premières inscriptions en thèse et revenus relatifs (1992-2000).



Sources : Nombre de nouvelles inscriptions en doctorat : Rapports sur les Etudes Doctorales, Ministère de l'Éducation Nationale et de la Recherche. AR / SMIC (échelle de droite), rapport du montant de l'allocation de recherche au SMIC (au 1^{er} janvier de chaque année) : Ministère de l'Éducation Nationale et INSEE.

Mais l'effet incitatif de l'allocation de recherche ne peut s'analyser indépendamment des évolutions démographiques, principalement des DEA. En effet, les premières inscriptions en thèse résultent des évolutions du nombre de diplômés de DEA qui proviennent des seconds cycles universitaires et des Grandes Ecoles¹⁴⁸. Le nombre de diplômés de DEA peut se calculer lui-même en appliquant un certain taux d'abandon en cours de DEA aux inscrits en DEA. Dans les disciplines scientifiques, le nombre d'inscrits en DEA et le nombre de diplômés de DEA sont retracés sur la Figure 18. On constate alors que le nombre de diplômés de DEA a fortement diminué depuis 1994, relativement parallèlement, mais dans une moindre mesure, au nombre d'inscrits en DEA. Dans les disciplines non scientifiques, le nombre d'inscrits et le nombre de diplômés sont relativement stables même si une légère décline du nombre d'inscrits peut être observée depuis 1995, décline qui ne se retrouve pas au niveau du nombre de diplômés puisque le ratio « diplômés / inscrits » augmente de façon continue sur cette période (cf. Figure 19).

Ces évolutions s'inscrivent dans les tendances du nombre d'inscrits à l'université observés sur la décennie 90. Les effectifs universitaires ont fortement augmenté de la fin des années 80 au milieu des années 90, passant de 1 million en 1989 à 1,4 million en 1995. Une rupture s'est produite en 1996 avec un recul des effectifs inscrits à l'université, recul qui a, à

¹⁴⁸ Nous ne disposons hélas pas d'informations suffisantes pour traiter le cas des diplômés des Grandes Ecoles.

la fois, été confirmé en 1997-98 et qui s'est transmis aux seconds et troisièmes cycles. Toutes les disciplines générales ont vu leurs effectifs progresser de 1990 à 1995, et particulièrement les disciplines scientifiques avec une progression de 33% (contre 29% pour les lettres et sciences humaines). Dans la seconde moitié des années 90, les baisses ont contrebalancé ces évolutions : particulièrement fortes en sciences avec une baisse de 13% entre 1995 et 2001 (contre une diminution de 10% en LSH). Ces baisses dans les disciplines scientifiques sont fortement ciblées par disciplines. Ce sont les disciplines fondamentales qui sont le plus touchées (-26% globalement) : -46% en physique-chimie, -18% en sciences de la nature et de la vie, -12% en mathématiques. En revanche, les disciplines à orientation appliquée continuent leur progression : +27% pour les SPI, +37% pour les sciences et technologies et +51% pour l'informatique. On observe également une différenciation par cycles : si la baisse des effectifs a été de plus d'un quart dans les premiers cycles universitaires scientifiques¹⁴⁹, la baisse a été de seulement 5% dans les seconds cycles alors que les troisièmes cycles progressaient légèrement. Mais cette hausse des troisièmes cycles est due aux effectifs de DESS qui ont plus que doublé sur cette période, alors que, comme nous l'avons vu, les effectifs des DEA et des doctorats diminuaient fortement.¹⁵⁰

Tableau 17. Evolutions du nombre de diplômés scientifiques par cycles (1982-2000).

	1982	1990	2000	2000/1990
DEUG	10384	21096	29031	37,6
Licence	8587	16729	30435	81,9
Maîtrise	8180	14325	26433	84,5
DESS	293	2495	7805	212,8
DEA	6304	9466	9227	-2,5
Doctorat	3916	4705	5699	21,1

Source : Tableaux statistiques No. 6143, MEN-DPD. Diplômés en sciences, STAPS non compris. Dernière colonne « 2000/1990 » : évolutions en % entre 1990 et 2000.

Le rapport Porchet (2002) parvenait aux mêmes conclusions qu'on peut résumer ainsi : si une désaffection des étudiants pour les études scientifiques est clairement perceptible en

¹⁴⁹ Ces baisses sont clairement liées au moindre attrait des filières scientifiques de la part des bacheliers. Les bacheliers scientifiques sont le vivier traditionnel des filières scientifiques universitaires et des classes préparatoires aux grandes écoles. En 1995 (2000), 37,7% (30,7%) des nouveaux bacheliers scientifiques poursuivaient en DEUG sciences et technologies, 41,6% (41,7%) choisissaient une autre formation scientifique (santé, CPGE, IUT, STS) et 20,7 (27,6%) commençaient une formation non scientifique.

¹⁵⁰ Les résultats de l'évolution du nombre de diplômés dans les disciplines scientifiques sur la période 1990-2000 sont synthétisés dans le tableau suivant.

France¹⁵¹, elle ne touche que les cursus universitaires sans que des problèmes particuliers ne soient observés, ni pour la filière scientifique du baccalauréat, ni pour les filières post-bac professionnalisantes (STS, IUT, IUP, DESS, Ecoles d'ingénieurs¹⁵²).¹⁵³ De nombreux pays de l'OCDE, au premier rang desquels figurent plusieurs pays Européens, sont également touchés par la désaffection pour les études scientifiques et pour les études doctorales.¹⁵⁴ Cette désaffection pose d'ailleurs question quant au renouvellement des chercheurs publics et des enseignants-chercheurs dans la décennie à venir, dans certaines disciplines où, comme on l'a vu, les départs vont probablement être importants.

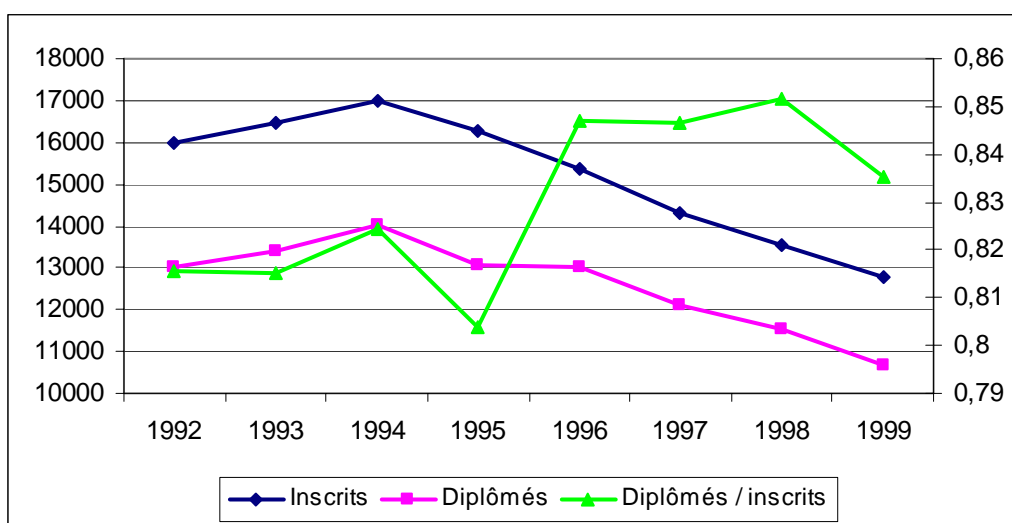
¹⁵¹ Ainsi que dans la plupart des pays développés, notamment au Royaume-Uni et en Allemagne. Seul le Québec semble faire exception à la règle.

¹⁵² Un certain fléchissement du nombre d'étudiants en CPGE a été observé entre 1998 et 2000 mais il semble être enrayé.

¹⁵³ Quelques éléments explicatifs de cette désaffection assez générale pour les filières scientifiques universitaires ont commencé à se faire jour en France et quelques propositions ont été avancées pour améliorer l'attractivité de ces filières, notamment lors du colloque national sur les études scientifiques universitaires des 3, 4 et 5 février 2003 à Bordeaux (<http://www.u-bordeaux1.fr/Colloque-Sciences/>). En résumé, côté explications on peut noter que les étudiants sont attirés par les filières à faible effectif disposant d'un bon encadrement où la pédagogie est proche de celle du lycée et dont les débouchés sont à objectif professionnel. Côté remèdes, les réponses vont d'un développement des méthodes pédagogiques à l'université à la formation des enseignants-chercheurs en passant par des considérations plus générales sur l'enseignement de la science (voir par exemple les 7 propositions de Porchet 2003). Voir également le rapport de Guy Ourisson (2002).

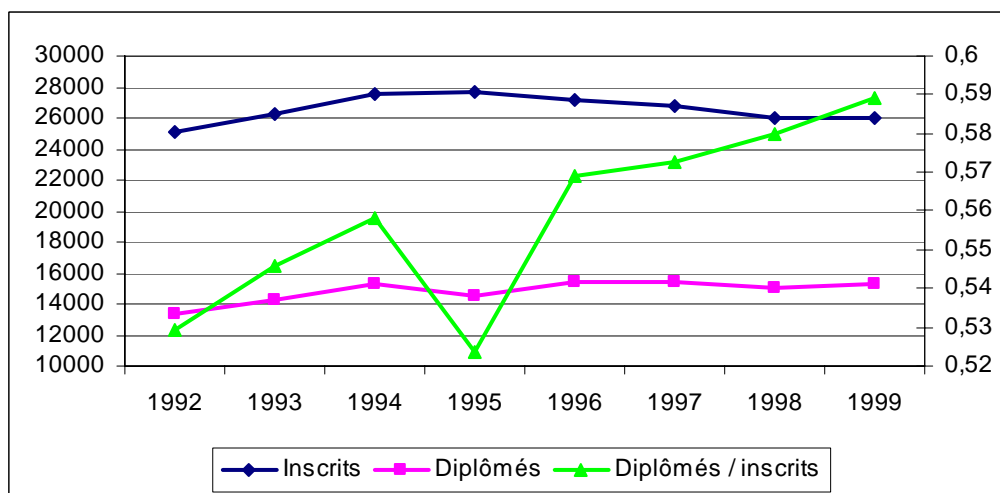
¹⁵⁴ Un colloque organisé par l'OCDE et par le Consiglio Nazionale delle Ricerche italien qui s'est tenu en juin 2003 à Rome abordait également ces questions dans une perspective plus internationale et essentiellement pour le niveau doctoral (voir Muguérou 2003b et 2004a). Quelques autres explications telles que les difficultés d'insertion des diplômés scientifiques ou la mauvaise représentation que le grand public se fait de la science, ont alors été proposées pour expliquer cette désaffection. Enfin, le récent colloque organisé par l'ASPERT et Femmes & Sciences les 9 et 10 janvier 2004 s'inquiétait également de cette situation préoccupante (les actes sont à paraître). Nous avons pu montrer à cette occasion, comme dans le cas américain précédent, que la faible satisfaction au travail des docteurs français pourrait être une explication partielle à la désaffection. Pour plus de précisions sur ce thème et pour les résultats d'estimation voir le chapitre 4, section « 3.1.3. Le cas des docteurs français », p. 495 et suivantes.

Figure 18. Nombre de DEA, inscrits et diplômés, sciences exactes (1992-99).



Source : Rapports sur les Etudes Doctorales. Echelle de droite : ratio du nombre de diplômés au nombre d'inscrits.

Figure 19. Nombre de DEA, inscrits et diplômés, LSHS (1992-99).

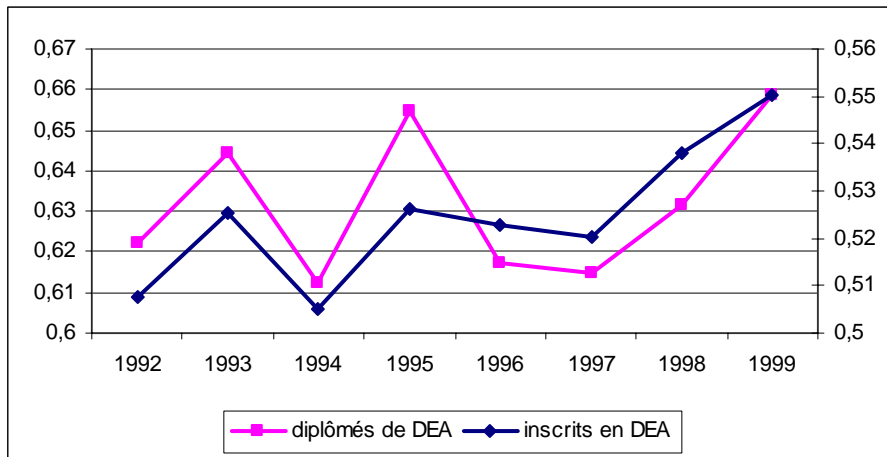


Source : Rapports sur les Etudes Doctorales.

En sciences exactes, c'est donc bien le nombre d'inscriptions en DEA qui diminue fortement et de façon légèrement moindre le nombre de diplômés de DEA. Le ratio du nombre de premières inscriptions en thèse respectivement au nombre d'inscrits et au nombre de diplômés, présenté sur Figure 20, montre que le taux de poursuite en thèse des diplômés de DEA augmente. Ce n'est donc pas la transition DEA-thèse qui est en cause ici mais la

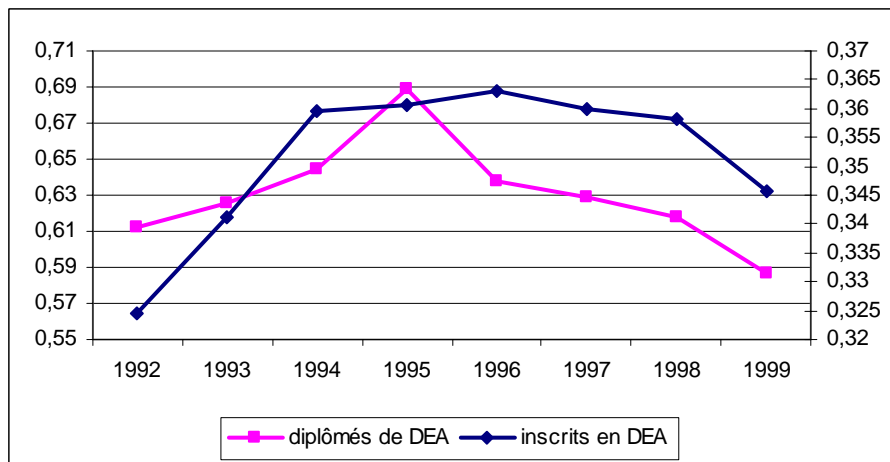
transition des études pré doctorales vers les études doctorales, dans les disciplines scientifiques. L'évolution est inverse en lettres, sciences humaines et sociales (Figure 21).

Figure 20. Ratio des premières inscriptions en thèse au nombre d'inscrits et de diplômés en DEA, sciences exactes (1992-1999).



Source : Rapports sur les Etudes Doctorales. Echelle de gauche : rapport au nombre de diplômés. Echelle de droite : rapport au nombre d'inscrits.

Figure 21. Ratio des premières inscriptions en thèse au nombre d'inscrits et de diplômés en DEA, LSHS (1992-1999).

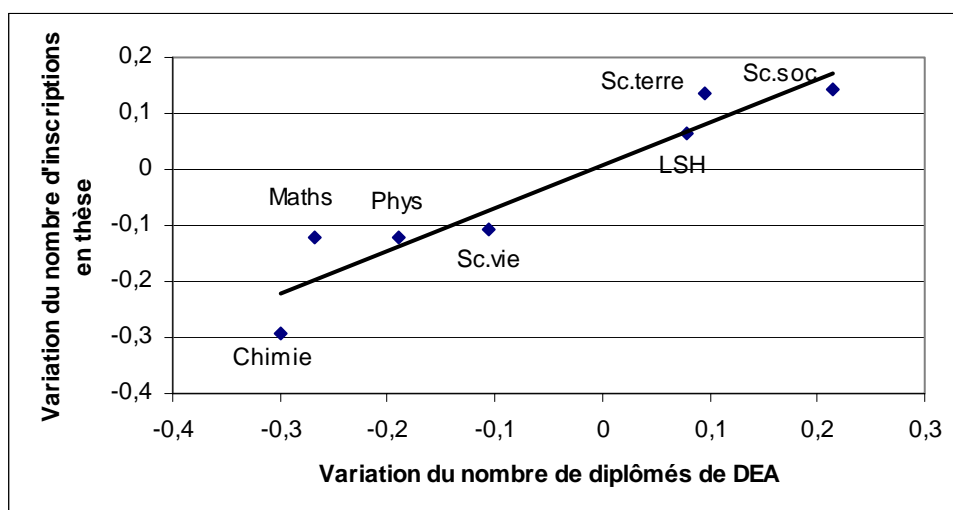


Source : Rapports sur les Etudes Doctorales.

Une illustration utile de la forte relation entre nombre de diplômés en DEA et nombre de premières inscriptions en thèse est fournie sur la Figure 22 qui compare la variation du nombre de diplômés en DEA et la variation du nombre de premières inscriptions en thèse

entre 1992 et 1999 selon la discipline. Des points parfaitement alignés sur la première bissectrice, ce qui n'est pas loin d'être le cas, sont synonymes d'une variation identique entre le nombre de diplômés de DEA et le nombre de premières inscriptions en thèse. Deux pôles de disciplines peuvent être observés sur le graphique : le premier qui comprend les mathématiques, la physique, la chimie et les sciences de la vie a connu une diminution forte du nombre de diplômés de DEA et du nombre de premières inscriptions en thèse. Le second qui regroupe les sciences de l'homme et des humanités, les sciences sociales et les sciences de la terre a par contre connu des évolutions plus favorables quant au nombre de diplômés de DEA et d'inscriptions en thèse.

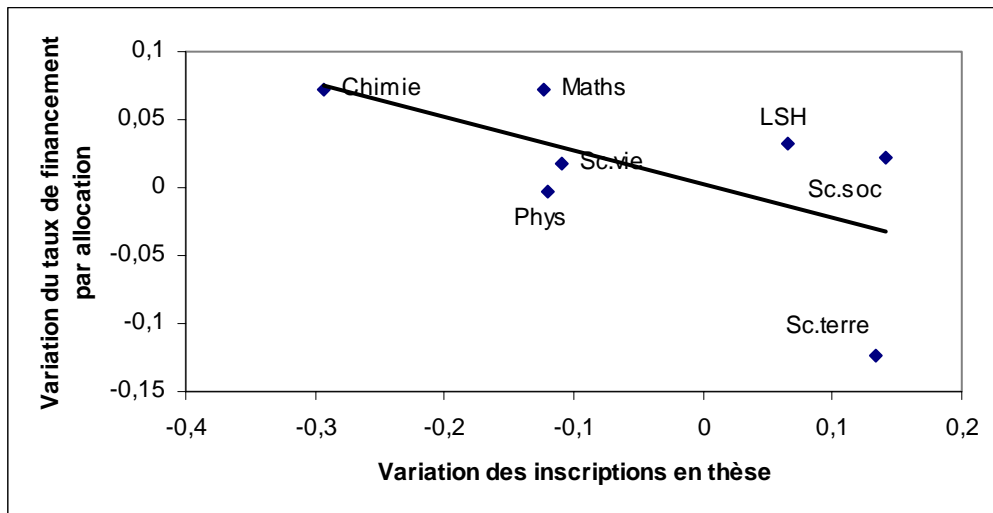
Figure 22. Variations du nombre de diplômés de DEA et du nombre d'inscriptions en thèse, par disciplines (1992-99).



Source : Rapports sur les Etudes Doctorales.

On peut chercher à relier la variation entre le nombre d'allocations de recherche disponibles et le nombre de premières inscriptions en thèse. C'est ce qui est fait dans la Figure 23. Alors qu'on pouvait s'attendre à une relation positive entre ces deux variables, on constate une relation plutôt négative, même si la dispersion des points est grande et permet difficilement de conclure. Cette mesure de la relation entre inscriptions en thèse et financement par allocation permet difficilement de se faire une idée des phénomènes incitatifs à l'œuvre puisque la variation du nombre d'inscriptions en thèse ne tient pas compte ici du nombre de diplômés de DEA et que la variation du taux de financement par allocation est la variation d'un ratio qui inclut le nombre de premières inscriptions au dénominateur.

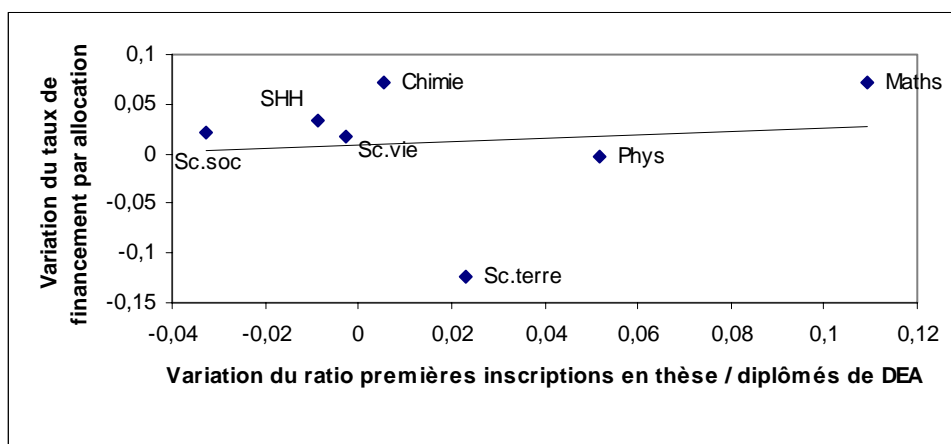
Figure 23. Variations des premières inscriptions en thèse et du taux de financement par allocation de recherche, par discipline (1992-1999).



Source : Rapports sur les Etudes Doctorales. Variation du taux de financement par allocation du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche entre 1992 et 1999 en points de pourcentage.

On peut neutraliser l'effet du nombre de diplômés de DEA potentiellement disponibles pour entreprendre une thèse en reliant la variation du ratio « premières inscriptions en thèse / diplômés de DEA » à la variation du taux de financement par allocation, toujours sur la période 1992-99 (Figure 24). On ne peut alors quasiment plus repérer aucune relation significative entre ces deux variables. A l'issue du DEA, la plus ou moins grande disponibilité des allocations de recherche n'a pas d'effet extrêmement significatif sur la décision de commencer une thèse. Ceci peut s'interpréter de deux façons. D'une part les allocations de recherche ne constituent somme toute, tout au moins dans les disciplines scientifiques, qu'une faible part des financements disponibles. On peut donc s'attendre à un effet limité des variations dans la politique d'attribution des allocations de recherche. D'autre part, l'effet incitatif potentiel du financement ne se détermine pas uniquement au niveau individuel mais dépend de facteurs complexes et impliquent des niveaux d'analyse qu'il est impossible de comprendre faute de données individuelles spécifiques sur le sujet.

Figure 24. Variation du ratio « premières inscriptions en thèse / diplômés de DEA » et du taux de financement par allocation, par discipline (1992-99).



Source : Rapports sur les Etudes Doctorales.

2.2.2. Quels effets des conditions du marché du travail ?

Dans un contexte de faible croissance du début au milieu des années 90 en France, la propension des étudiants à poursuivre des études au lieu d'entrer directement sur le marché du travail était grande. Comme Gustman et Steinneier (1981), Light (1995) et Card et Lemieux (2000) l'ont montré, les étudiants ont tendance à poursuivre leurs études dans un marché du travail peu dynamique, même si ce facteur est loin d'être le facteur explicatif déterminant de la poursuite des études (Card et Lemieux 1997). La faible croissance des dépenses de R&D et plus généralement le ralentissement de la croissance économique observée en France sur cette période ont fortement contribué aux difficultés rencontrées par les jeunes diplômés sur le marché du travail. Les jeunes diplômés de maîtrise, de DEA ou même d'écoles d'ingénieurs ont en effet connu des conditions d'emploi relativement difficiles jusqu'au milieu des années 90.

Comme notre analyse théorique l'a souligné, d'autres indicateurs sont probablement pris en compte par les étudiants dans leurs décisions de poursuivre des études doctorales à l'issue de la maîtrise ou d'effectuer une thèse à l'issue du DEA. Avant de présenter quelques indicateurs simples d'insertion – taux de chômage, taux de précarité et salaires médians – pouvant servir à comprendre quelques-unes des évolutions ayant touché le marché du travail des diplômés durant les années 90, nous présentons, très sommairement, les grandes évolutions historiques ayant affecté le marché du travail français.

2.2.2.1. L'état du marché du travail français dans les années 90 : entre dépression et reprise

La Figure 25 retrace les évolutions conjoncturelles et les variations de l'emploi salarié en France sur les deux dernières décennies. On constate sans surprise que l'emploi salarié total dépend fortement des variations conjoncturelles. L'estimation de l'écart conjoncturel a été obtenu par l'estimation de l'équation suivante sur la période 1978-2001, où y est le PIB en milliards d'euros, en volume, aux prix de l'année précédente chaînés (base 1995)¹⁵⁵ :

$$\ln \hat{y}_t = -34.585 + 0.0209t \quad \text{pour } t = 1978 \dots 2001$$

(Erreurs-types entre parenthèses).

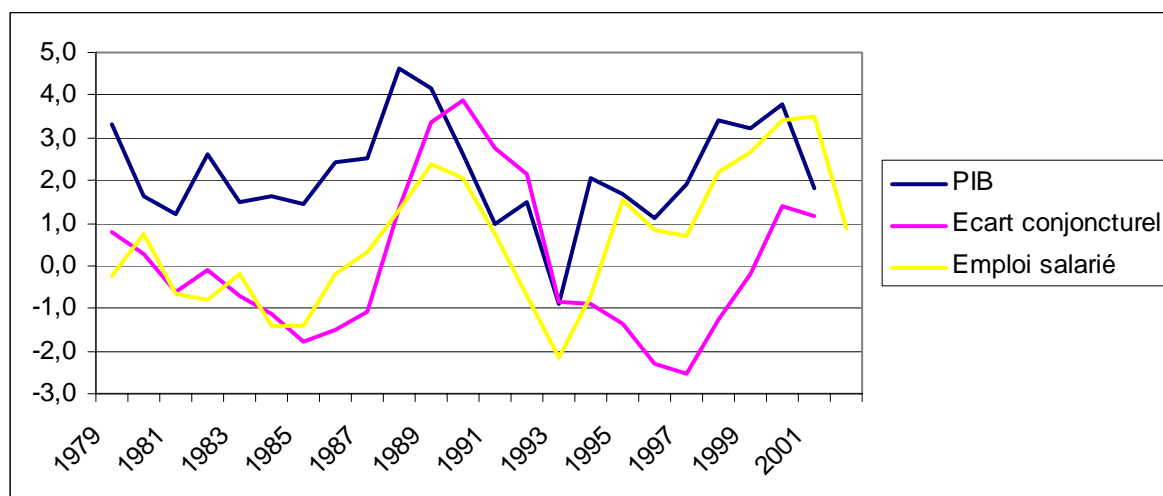
$$R^2 = 0.99$$

L'écart conjoncturel en pourcentage est alors défini par : $100 \left(\frac{y_t}{\hat{y}_t} - 1 \right)$

On remarque que le creux conjoncturel de 1993 s'est prolongé par une faible croissance jusqu'en 1997 (la courbe de l'écart conjoncturel ne remonte qu'à partir de 1998). L'emploi salarié diminue en 1992, 93 et 94 avant de connaître des évolutions plus favorables, mais il ne progresse clairement qu'à partir de 1998.

¹⁵⁵ D'autres agrégats davantage sensibles à court-terme tels que la production industrielle ou le PIB marchand auraient également pu être utilisés ; les conclusions n'en auraient été que sensiblement modifiées, avec néanmoins une plus forte volatilité des séries.

Figure 25. Taux de croissance du PIB, écart conjoncturel et variation de l'emploi salarié (1979-2001).

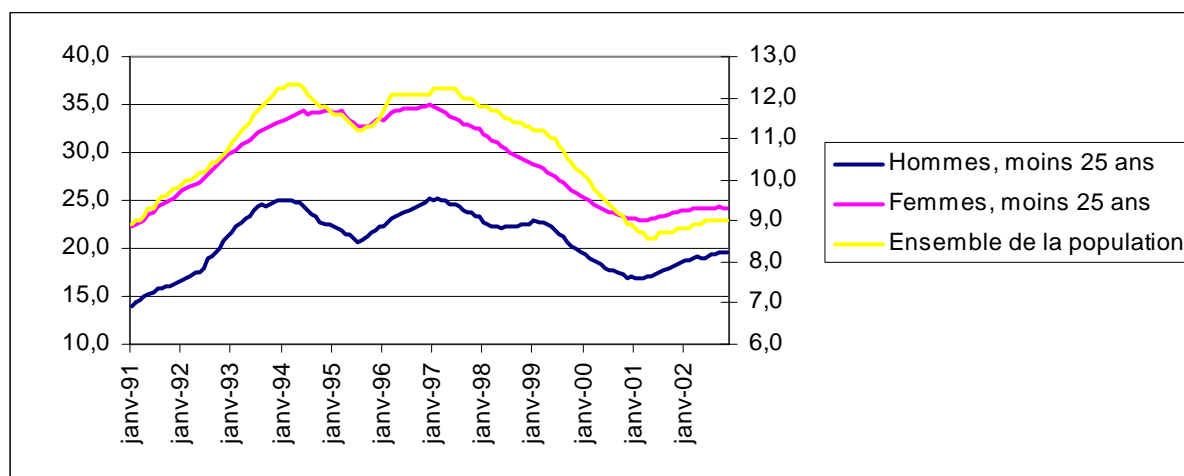


Notes. PIB et écart conjoncturel : INSEE, comptes nationaux annuels. Emploi salarié : DARES. PIB : variation en volume d'une année sur l'autre. Ecart conjoncturel : ajustement sur série volume. Emploi salarié : variation d'une année sur l'autre.

Les évolutions de la conjoncture et les évolutions de l'emploi salarié total se sont traduites par des variations du chômage importantes mais diversifiées selon les publics considérés. Trois courbes d'évolution du taux de chômage peuvent servir à illustrer ces conséquences sur le taux de chômage : une courbe relative à l'ensemble de la population, une courbe relative aux femmes de moins de 25 ans et une dernière courbe pour les hommes de moins de 25 ans (cf. Figure 26). Le taux de chômage de l'ensemble de la population est à son maximum fin 1993-début 1994 puis de début 1996 à mi-1997. Les taux de chômage des jeunes, hommes et femmes, subissent des variations similaires mais aux amplitudes plus importantes.¹⁵⁶

¹⁵⁶ Rappelons que le taux de chômage est le rapport entre le nombre de chômeurs et la population active. Or, le dénominateur peut poser des difficultés d'interprétation, notamment dans un contexte d'augmentation de la scolarisation, pour les « jeunes » dont une grande partie est hors du marché du travail.

Figure 26. Variations des taux de chômage : ensemble de la population, hommes et femmes de moins de 25 ans (1991-2002).



Source : DARES. Variations mensuelles du taux de chômage, définition BIT. Ensemble de la population, échelle de droite.

2.2.2.2. Le marché du travail des docteurs : des conditions d'emploi parfois difficiles qui ont pu nuire à l'attractivité des études doctorales

Pour les docteurs, les fluctuations du taux de chômage sont similaires à celles de l'ensemble de la population. Les indicateurs de taux de chômage et de proportion d'emplois post-docs présentés dans la Figure 27 et la Figure 28 ont été calculés à partir des données du Ministère sur la population de l'ensemble des docteurs¹⁵⁷. Le taux de chômage moyen, qu'il soit calculé environ 6 mois ou environ 18 mois après la soutenance, atteint un maximum en 1996 avant de progressivement diminuer à la fin des années 90. La proportion d'emplois précaires – qui mêlent ici les post-doctorats, les ATER et les autres emplois précaires¹⁵⁸ – évolue de façon symétrique : augmentation jusqu'au milieu des années 90 puis diminution. Une translation vers le bas des deux courbes est observable, et c'est heureux, quand la période d'observation passe de 6 à 18 mois après la soutenance.

¹⁵⁷ Aux taux de réponses près, taux variables mais en progression au cours des années 90. Ces taux passent de 60% pour l'enquête de 1992 à 75% pour l'enquête 1999.

¹⁵⁸ Cette catégorie n'est introduite que dans les trois dernières enquêtes où elle ne semble concerner qu'une minorité de docteurs.

Figure 27. Taux de chômage et proportion de post-doctorats pour l'ensemble des docteurs 6 mois après la soutenance (1992-1998).

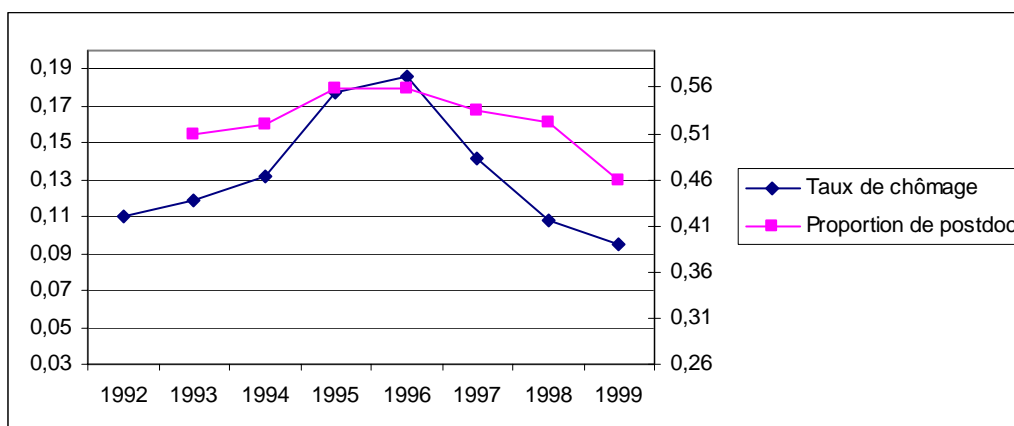
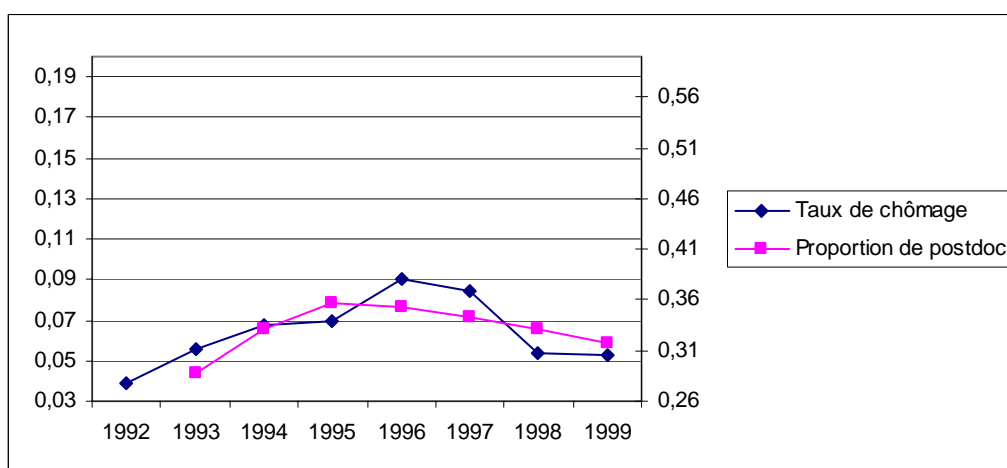


Figure 28. Taux de chômage et proportion de post-doctorats pour l'ensemble des docteurs 18 mois après la soutenance (1992-1998).



Source : Rapports sur les Etudes Doctorales, Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. Taux de chômage (échelle de gauche) : part des chômeurs parmi les actifs. Proportion de postdoc (échelle de droite) : part des emplois post-docs (regroupement des ATER, des « vrais » post-doctorats et des emplois précaires, catégories uniquement utilisées dans les dernières enquêtes) parmi les actifs occupés. Année 1992 : proportion de postdocs non disponible car les ATER font partie du total « enseignement supérieur ».

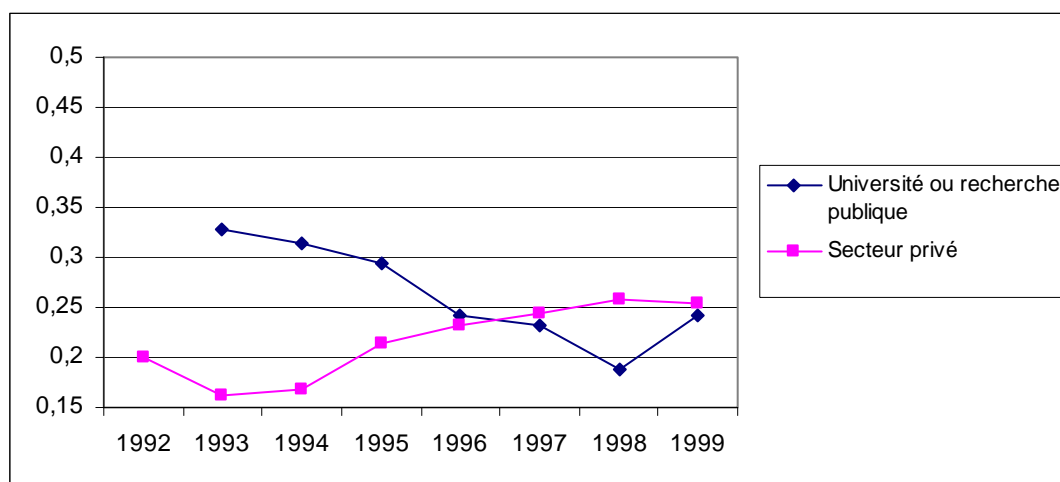
Si on regarde maintenant du côté des emplois, en suivant l'évolution de la proportion, parmi les actifs occupés, d'individus possédant un emploi académique, défini par un contrat permanent à l'université ou dans la recherche publique, et ceux possédant un emploi dans le secteur privé¹⁵⁹, on constate que la proportion des premiers tend à diminuer alors que

¹⁵⁹ Il s'agit, dans les termes du rapport, du secteur des « entreprises »...

l'évolution inverse est observée pour les seconds.¹⁶⁰ En sciences exactes, l'évolution est plus prononcée puisque les emplois du secteur privé y sont très représentés par rapport aux docteurs en LSHS.

Jusqu'au milieu des années 90, la majorité des chercheurs exerçait leur activité dans la recherche publique ou universitaire. Depuis quelques années, c'est dans la recherche privée menée en entreprise que les créations de postes sont les plus nombreuses (Lacourrège et Jacquin 2000, Audric-Lerenard et Topiol 1999).¹⁶¹ De ce fait, la répartition des effectifs de chercheurs (hors stagiaires et doctorants) semble se rééquilibrer entre le secteur public/universitaires et les entreprises. Selon l'enquête recherche auprès des entreprises, les titulaires d'un doctorat représentent 17 % des chercheurs, contre 54% pour les titulaires d'un diplôme d'ingénieur, et voient leur part augmenter depuis le milieu des années quatre-vingt. Cette évolution récente tient sans doute pour partie à l'afflux de docteurs sur le marché du travail.

Figure 29. Proportion d'emplois dans le secteur académique et dans le secteur privé six mois après la soutenance, ensemble des docteurs (1992-98).

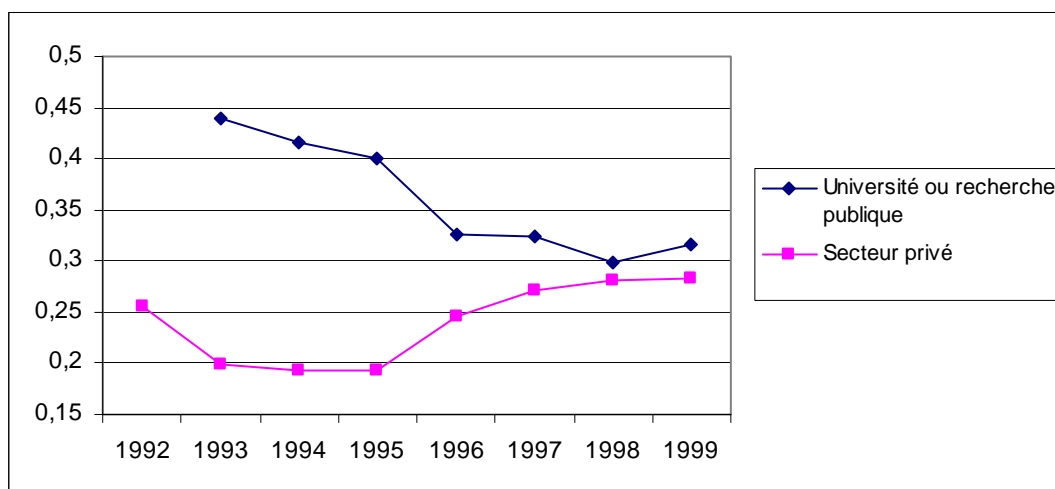


Source : Rapports sur les Etudes Doctorales, Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. Proportion d'emploi parmi les actifs occupés.

¹⁶⁰ Ce que confirment les évolutions du nombre de chercheurs dans le secteur privé, source de recrutement important pour les diplômés. Cf. Audric-Lerenard et Topiol (1999).

¹⁶¹ Voir aussi Bonvallet (1999).

Figure 30. Proportion d’emplois dans le secteur académique et dans le secteur privé 18 mois après la soutenance, ensemble des docteurs (1992-98).



Source : Rapports sur les Etudes Doctorales, Ministère de l’Enseignement Supérieur et de la Recherche. Proportion d’emploi parmi les actifs occupés.

Si on considère une nouvelle fois¹⁶² spécifiquement la population des docteurs en sciences de la vie, on constate alors (Tableau 18) que la proportion de « post-doctorants » – à prendre de nouveau dans l’acception du *Rapport sur les Etudes Doctorales* – parmi les titulaires de thèse environ 18 mois après la soutenance a eu tendance à augmenter entre les promotions 1993 et 1998 puisqu’elle serait passée de 42 à 48%. Cette proportion et l’évolution de cette proportion sont très variables selon les sous-spécialités considérées. Là où elle était initialement la plus forte (aspects moléculaires et cellulaires de la biologie), elle augmente le plus fortement pour atteindre près de 59%. La proportion d’emplois académiques – maîtres de conférences et chargés de recherche dans un grand organisme de recherche publique – évolue en général en sens inverse de la proportion de « post-doctorats », mais cette proposition est uniquement valable pour trois des cinq spécialisations isolées ici. Globalement, alors que la proportion de « post-docs » a donc augmenté de 6 points de pourcentage, celle des emplois académiques recule de près de 10 points. En revanche, la proportion d’emplois dans le secteur privé progresse partout même si c’est de façon différente selon la spécialisation (entre 2,3 et 15,1 points). Les fluctuations du taux de chômage sont relativement limitées¹⁶³ sur la période pour l’ensemble des docteurs en sciences de la vie. Le

¹⁶² Comme nous l’avons déjà fait précédemment lors de la présentation de l’évolution du nombre de thèses soutenues dans ces disciplines.

¹⁶³ L’évolution du chômage est un processus complexe qui peut s’expliquer ici par l’interaction de plusieurs phénomènes. Les années considérées ici (1995 et 2000) se situent à des moments conjoncturels différents ce qui

taux de chômage augmente toutefois significativement en « sciences agronomiques, biotechnologies agroalimentaires » là où il était déjà important : il passe de 9,2% à 12,1% entre 1995 et 2000 (pour les promotions diplômées environ 18 mois auparavant). Dans les autres spécialisations, les taux de chômage sont moins importants au départ et les variations – à la hausse ou à la baisse – sont elles-mêmes moins importantes entre 1995 et 2000.

Tableau 18. Indicateurs d'insertion pour les docteurs en sciences de la vie construits à partir du Rapport sur les Etudes Doctorales (%).

	Aspects moléculaires et cellulaires de la biologie	Physiologie, biologie des organismes, populations, interactions	Biomolécules, pharmacologie, thérapeutique	Recherche clinique, innovation technologique, santé publique	Sciences agronomiques, biotechnologies agroalimentaires	TOTAL
Thèses soutenues en 1993, situation en février 1995 (%)						
Postdoc	49,2	35,4	44,6	31,1	20,0	42,3
MCF-CR	24,3	31,5	19,6	31,9	32,3	26,8
Privé, admin.	18,4	19,5	29,5	33,9	27,7	22,3
Chômage	4,8	6,2	3,6	1,2	9,2	4,6
Thèses soutenues en 1998, situation en février 2000 (%)						
Postdoc	58,6	42,3	39,2	30,1	27,5	48,0
MCF-CR	13,8	25,2	12,2	15,0	20,1	16,9
Privé, admin.	22,4	21,8	44,6	47,7	32,9	27,3
Chômage	3,2	6,8	2,7	2,6	12,1	4,7
Variations entre 2000 et 1995 (points de pourcentage)						
Postdoc	9,4	6,8	-5,5	-1,0	7,5	5,7
MCF-CR	-10,5	-6,3	-7,5	-16,9	-12,2	-9,9
Privé, admin.	4,0	2,3	15,1	13,9	5,2	5,0
Chômage	-1,7	0,6	-0,9	1,4	2,8	0,1

Source : Rapports sur les Etudes Doctorales (diverses années). Nos calculs. Chômage : part des chômeurs parmi les actifs. Postdoc : part des emplois post-docs (regroupement des ATER, des « vrais » post-doctorats et des emplois précaires) parmi les actifs occupés. MCF-CR : part des emplois dans l'enseignement supérieur et la recherche publique. Privé, admin. : part des emplois dans le secteur privé et le secteur des administrations publiques. Variations : variations en points de pourcentage entre les situations des docteurs diplômés en 1993 évaluées en 1995 et ceux diplômés en 1998 évaluées en 2000.

Il est tentant de vouloir relier les évolutions du nombre de diplômés de doctorat – qui ont été présentées dans la Figure 15 (p. 96) et dans le Tableau 16 (p. 97) – et les indicateurs d'insertion qui viennent d'être exposés selon les différentes spécialisations en sciences de la vie. Cependant, il semble délicat de procéder ainsi, même si certaines corrélations peuvent

peut notamment expliquer la plus ou moins grande facilité à obtenir un emploi dans le secteur privé, et donc l'évolution de la proportion d'emplois dans ce secteur, ainsi que l'évolution du taux de chômage. Les évolutions du taux de chômage se déduisent d'ailleurs plus ou moins logiquement des évolutions ayant affecté l'emploi des docteurs. Pour les « aspects moléculaires et cellulaires de la biologie » par exemple, la diminution de la proportion d'emplois permanents dans le secteur académique semble être plus que compensée par la progression des emplois postdoc et des emplois dans le secteur privé. Le taux de chômage a donc eu tendance à diminuer.

être mises à jour. Cela illustre une nouvelle fois la complexité des relations entre nombre de diplômés et conditions du marché du travail.

De nombreuses réserves peuvent être émises sur les données précédemment utilisées. En effet, ce sont des données agrégées et nous n'avons pas eu accès aux données individuelles qui auraient pu offrir une autre richesse de contenu. Le taux de réponse est malgré tout assez faible surtout qu'il nous est impossible de corriger les biais éventuels faute de données individuelles.¹⁶⁴ Les nomenclatures utilisées ne sont parfois pas claires, notamment la distinction introduite (tardivement) entre post-docs et autres emplois précaires ou les catégories « autres emplois » parfois utilisées, ou bien encore l'absence de catégorie « inactifs ». La période d'observation est trop courte, même si on se réfère à la période des 18 mois après la soutenance.¹⁶⁵

Les indicateurs spécifiques aux diplômés de l'enseignement supérieur ont été construits à l'aide de quatre enquêtes du Céreq : trois enquêtes enseignement supérieur de 1991, 1997 et 1999 et l'enquête Génération 92 de 1995 (Cf. Tableau 20 à Tableau 21).¹⁶⁶ Une dégradation des conditions d'insertion des diplômés est observée entre 1991 et 1994 qui traduit l'influence de l'environnement conjoncturel, particulièrement dégradé du début des années 90, et de la récession de 1993. La dégradation est générale puisqu'elle touche toutes les disciplines et tous les niveaux de diplôme ici considérés. Seuls les diplômés des Grandes Ecoles semblent mieux s'en sortir que les autres. Les taux de chômage et les taux d'emplois précaires progressent alors que les salaires perçus diminuent.

L'amélioration de la conjoncture dans la seconde moitié des années 90 se traduit par une nette diminution des taux de chômage de la plupart des diplômés de l'enseignement supérieur, y compris pour les docteurs de la majorité des disciplines à l'exception des LSH. En revanche, la proportion d'emplois précaires n'est pas nécessairement en baisse. On constate par exemple que les docteurs scientifiques continuent de connaître une progression des taux d'emplois à durée limitée entre 1997 et 1999. Les salaires ont tendance à repartir à la hausse à la fin des années 90, mais cette évolution favorable ne semble encore une fois pas concerner les

¹⁶⁴ Il est probable que dans ce type d'enquêtes nous n'ayons pas d'information sur les individus en situation précaires ou ceux les plus éloignés des standards universitaires et de la recherche publique...

¹⁶⁵ Une grande proportion de docteurs est encore en post-docs, ATER compris.

¹⁶⁶ Pour les résultats détaillés de ces différentes enquêtes, on consultera avec profit Martinelli (1994), Vergnies (1997), Vergnies et Sigot (1998) et Martinelli et Molinari (1999).

docteurs scientifiques dont les salaires stagnent sur cette période. Ce n'est pas le cas des docteurs en droit-économie qui semblent de ce point de vue bénéficier de la reprise.

Tableau 19. Evolutions des taux de chômage pour les diplômés de l'enseignement supérieur durant les années 90, environ trois ans après la sortie (en %).

	1991	1994	1997	1999
Sciences				
2ème cycle	5	12	15	12
DEA/DESS	3	14	15	7
Doctorat	3		11	7
Droit-économie				
2ème cycle	7	14	13	9
DEA/DESS	5	7	12	6
Doctorat	1		11	5
LSH				
2ème cycle	6	10	10	12
DEA/DESS	7	9	9	7
Doctorat	6		6	6
Grandes Ecoles				
Ecole d'ingénieur	nd	8	5	2
Ecole de commerce	nd	9	7	4

Source : enquêtes Céreq 1991, 1994 (Génération 92), 1997 et 1999. Taux de chômage environ 30 mois après la sortie. nd : non disponible.

Tableau 20. Evolutions des taux d'emplois précaires pour les diplômés de l'enseignement supérieur durant les années 90, environ trois ans après la sortie (%).

	1991	1994	1997	1999
Sciences				
2ème cycle	17	27	20	25
DEA/DESS	11	30	20	16
Doctorat	17		17	27
Droit-économie				
2ème cycle	17	29	15	20
DEA/DESS	13	31	15	17
Doctorat	10		19	10
LSH				
2ème cycle	29	29	29	30
DEA/DESS	26	31	29	24
Doctorat	17		20	17
Grandes Ecoles				
Ecole d'ingénieur	nd	16	10	5
Ecole de commerce	nd	11	10	9

Source : enquêtes Céreq 1991, 1994 (Génération 92), 1997 et 1999. Proportion d'emplois à durée déterminée environ 30 mois après la sortie de l'enseignement supérieur. nd : non disponible.

Tableau 21. Evolution des salaires médians pour les diplômés de l'enseignement supérieur durant les années 90, trois ans après la sortie (en francs).

	1991	1994	1997	1999
Sciences				
2ème cycle	9500	8200	9300	9000
DEA/DESS	12000		9300	11200
Doctorat	12000	10000	12000	12000
Droit-économie				
2ème cycle	9000	8000	9500	9300
DEA/DESS	11000		10500	10500
Doctorat	12500	10000	12000	13600
LSH				
2ème cycle	7900	8000	9000	8800
DEA/DESS	9500		10400	10000
Doctorat	11815	9000	12000	12000
Grandes Ecoles				
Ecole d'ingénieur	nd	11500	12000	12500
Ecole de commerce	nd	10500	10100	11500

Source : enquêtes Céreq 1991, 1994 (Génération 92), 1997 et 1999. Salaires observés pour les individus en emploi environ 30 mois après la sortie. nd : non disponible.

2.2.3. Une mesure des effets disciplinaires sur les conditions d'emploi, toutes choses égales par ailleurs

Pour prendre en compte l'ensemble des variables susceptibles d'avoir des effets sur la situation sur le marché du travail, nous modélisons, tout comme nous l'avons fait sur données individuelles américaines, mais ici à partir de l'enquête enseignement supérieur du Céreq de 1999, la probabilité que les docteurs se trouvent dans une des cinq situations suivantes, environ trois ans après la soutenance¹⁶⁷ :

- Inactif ou au chômage,
- Chercheur dans le secteur privé,
- MCF ou chargé de recherche au CNRS ou dans un grand organisme public de recherche équivalent,
- En post-doc,

¹⁶⁷ Nous utiliserons de nouveau cette base pour d'autres analyses. C'est pourquoi nous ne fournissons que peu de détails pour l'instant. Notons toutefois dès maintenant que nous nous sommes livrés à une recodification complète de la base pour effectuer cette analyse. Cf. section « 2.2.1.1. Les emplois des docteurs trois ans après la soutenance : résultats de l'enquête Céreq 1999 » p. 234.

- Dans un autre type d'emploi, principalement « sous-qualifié ».

Les effets marginaux en % issus de l'estimation d'un modèle logit multionomial sont présentés dans le Tableau 22.¹⁶⁸

Nous avons cherché à rendre les estimations réalisées sur données américaines dans la section précédente et les estimations effectuées sur données françaises de cette section comparables. Nous avons en effet sélectionné un échantillon de « jeunes » docteurs en sciences, sciences pour l'ingénieur et sciences sociales, de moins de 35 ans récemment diplômés (ici environ 3 ans après la fin de la thèse contre entre 3 et 7 ans pour les États-unis). De même, les variables explicatives introduites dans les modèles estimés ici sont relativement similaires à celles utilisées dans le cas américain : des variables sociodémographiques et des variables décrivant la nature du doctorat (disciplines, modes de financement, type de rattachement du laboratoire de thèse, durée de la thèse)

Faisons brièvement quelques remarques sur les résultats obtenus. Les femmes ont une probabilité accrue de 7,8% d'être au chômage ou inactives par rapport aux hommes, une fois tenu compte de l'ensemble des autres effets. Elles ont également une plus forte probabilité de posséder un emploi hors recherche (autres emplois). Par contre, la probabilité qu'elles accèdent à des emplois de chercheurs dans le secteur privé est clairement plus faible ainsi que la probabilité d'être chercheurs ou enseignants-chercheurs dans le secteur académique (mais la significativité de ce dernier coefficient est faible). On constate que d'autres variables ont des effets importants sur les conditions d'emploi des docteurs. C'est par exemple le cas des financements obtenus en thèse.

Pour ce qui nous occupe davantage ici, notons que les champs disciplinaires de la thèse exercent des effets prononcés sur la probabilité d'être inactif ou chômeur. Les docteurs en chimie et en sciences de la terre et de l'univers ont clairement une probabilité plus forte d'être dans cette situation, alors que les docteurs en informatique ont une probabilité en question bien plus faible. La discipline du doctorat exerce également des effets sur la probabilité d'être toujours en post-doc trois ans après la soutenance. Les docteurs en sciences de la vie ont ainsi une forte probabilité (+12,6%) d'être en post-doc (par rapport aux docteurs en physique et

¹⁶⁸ De nombreux modèles ont été estimés pour parvenir aux résultats présentés ici. Les effets marginaux, notamment ceux relatifs aux disciplines, semblent, somme toute, être relativement peu sensibles aux variables explicatives retenues.

mathématiques, la référence). Ces variables ont également des effets sur la probabilité d'être MCF ou CR et d'être chercheur dans le secteur privé.

Tableau 22. Situation sur le marché du travail en mars 1999 des docteurs diplômés en 1996 : résultats des estimations (effets marginaux en %)

	Inactivité ou chômage	Autres emplois	Post-doc	MCF ou CR CNRS	Secteur privé
Constante	-41,5** (17,39)	-11,8 (12,56)	-33,5* (19,33)	84,9*** (23,87)	1,9 (24,57)
Sexe : féminin	7,8*** (2,19)	2,4 (1,82)	3,0 (2,41)	-7,5** (3,43)	-5,7* (3,32)
Financement du doctorat : allocataire	6,2** (2,58)	-2,6 (2,19)	4,1 (2,76)	-3,2 (3,96)	-4,6 (3,84)
Moniteur	-6,0** (2,91)	4,0* (2,20)	-5,3* (3,01)	16,0*** (4,14)	-8,8** (4,46)
Cifre	5,5 (3,51)	-1,2 (3,30)	-14,7*** (5,15)	-20,2*** (6,08)	30,6*** (4,62)
Docteur-ingénieur	-6,2* (3,15)	-5,7** (2,83)	1,2 (3,12)	4,9 (4,32)	5,7 (3,72)
Au moins un stage en entreprise	-8,3* (4,52)	-2,1 (3,14)	-3,9 (4,24)	-6,0 (5,48)	20,4*** (4,53)
Discipline du doctorat : chimie	9,4*** (3,49)	-0,8 (2,85)	2,1 (3,83)	-16,6*** (5,69)	5,9 (4,93)
Informatique	-18,1** (8,24)	-5,2 (4,38)	-2,3 (5,56)	4,0 (7,04)	21,6*** (6,03)
Mécanique, électr., SPI	4,1 (4,34)	-2,7 (3,79)	-7,9 (5,57)	-3,1 (6,17)	9,7* (5,26)
Sciences de la terre	10,6** (5,36)	-10,0 (7,93)	4,4 (6,39)	7,4 (9,19)	-12,5 (9,53)
Sciences de la vie	2,0 (3,65)	-1,4 (2,77)	12,6*** (3,49)	-1,4 (5,40)	-11,7** (5,46)
Sciences sociales	-1,7 (4,05)	-1,7 (2,93)	-7,7 (4,70)	17,6*** (5,48)	-6,4 (5,63)
Laboratoire de thèse : universitaire	2,0 (3,23)	-4,5 (2,94)	-2,9 (4,04)	10,6** (4,76)	-5,1 (4,65)
CNRS, CNRS-université	-0,3 (2,77)	0,3 (2,23)	4,7 (2,98)	-3,6 (4,08)	-0,9 (3,74)
INSERM	-1,9 (6,45)	7,4* (3,92)	5,2 (5,81)	5,5 (10,10)	-16,3 (11,48)
Durée de la thèse	1,0 (0,69)	0,1 (0,48)	0,9 (0,78)	-2,3** (0,95)	0,3 (1,00)
Durée de la thèse au carré	-0,007 (0,0067)	0,001 (0,0044)	-0,008 (0,0077)	0,018* (0,0092)	-0,004 (0,0100)
ln L			-1396.3		
ln L0			-1596.2		
Chi-deux			399.7***		
Nombre d'observations			1060		

Source: Céreq 1999, notre échantillon. Notes : estimation d'un modèle logit multinomial. Effets marginaux en % avec erreurs-types entre parenthèses. Référence pour la discipline : mathématiques et physiques. Significativité des coefficients : * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%. **Lecture** : les docteurs qui ont bénéficié d'un financement Cifre durant leur thèse ont une probabilité 14,7% plus faible d'être en post-doc 3 ans après la soutenance, toutes choses égales par ailleurs (i.e. une fois tenu compte de l'ensemble des autres effets).

Conclusion

Les processus de production des scientifiques, et particulièrement des docteurs, ont été analysés par une longue tradition de travaux, essentiellement économiques. Ces travaux se basent au départ sur un schéma offre-demande dans la plus pure tradition néo-classique. Ces modèles, qui ne sont dans un premier temps que l'application directe des concepts néo-classiques à un marché du travail spécifique, celui des scientifiques pour dire vite, sont progressivement enrichis pour tenir compte des spécificités de ce marché du travail particulier. La levée de certaines hypothèses restrictives concernant la nature des anticipations de salaires et l'immobilité professionnelle ne remet pourtant pas en cause une des conclusions essentielle qui est rapidement apparue dès le début des années 70 : le marché du travail scientifique est par nature cyclique et sa cyclicité prend sa source dans les délais de production des scientifiques.

Les études empiriques, qui ont été concomitantes ou qui ont précédé ces développements théoriques, apportent confirmation du caractère cyclique du marché du travail des scientifiques, bien que leurs conclusions dépendent évidemment du pays et de la période étudiés, voire de la méthodologie utilisée.

Les deux études « macro » de cas auxquelles nous nous sommes livrées – la première concerne le cas américain, la seconde le cas français – permettent de préciser la nature et les déterminants des fluctuations de l'offre de scientifiques. Il est en effet apparu que ces deux pays offrent un visage similaire quant aux fluctuations subies par l'offre de docteurs sur les deux dernières décennies. En combinant données individuelles et données macro, nos analyses amènent à penser que l'offre de docteurs est dépendante des conditions du marché du travail passées, présentes et futures (telles qu'appréhendées par les individus eux-mêmes). Notre cadre d'analyse invite alors à dépasser les conclusions issues des travaux théoriques et empiriques traditionnels. Les conditions de réalisation des thèses – disponibilité et nature des financements par exemple –, les conditions « objectives » du marché du travail – taux de chômage, taux d'emploi précaires, salaires – tout comme les conditions macroéconomiques¹⁶⁹ – croissance économique, dépenses de R&D – ont des effets sur les incitations à entreprendre des études doctorales. Mais d'autres facteurs jouent également. Les transformations du

¹⁶⁹ Les unes ne sont d'ailleurs pas indépendantes des autres...

marché du travail académique – la montée en puissance des emplois post-doctoraux par exemple – et plus généralement les modifications de la demande de travail du secteur privé ont des effets sur l'offre de diplômés. L'appréhension subjective des conditions du marché du travail par les individus eux-mêmes, et leurs conséquences sur l'offre, est alors certainement une voie d'analyse à poursuivre comme a pu le montrer notre étude sur données individuelles pour les Etats-Unis. Il est également certain que, dans le contexte de transformations du marché du travail scientifique, transformations que nous n'avons qu'ébauchées ici, les prévisions et les estimations du besoin en scientifiques basées sur les modèles classiques d'offre-demande perdent, sinon de leur intérêt, du moins d'une partie de leur pertinence. En effet, les prévisions du nombre de scientifiques adéquat deviennent plus incertaines puisque l'offre doit alimenter des marchés du travail scientifiques qui se transforment et dont les contours sont plus flous.

Mais restent à comprendre le côté demande du marché du travail et à dénouer la complexité des facteurs susceptibles d'affecter l'insertion des diplômés de doctorat dans une perspective plus micro-économique permettant d'explicitier les comportements des individus, les débuts de carrières des chercheurs, les structures et l'organisation du marché du travail scientifique. Jusqu'ici, avec cette analyse « macroéconomique », si nous avons pu mettre en évidence quelques transformations ayant affecté le marché du travail scientifique, que ce soit dans le cas américain, avec notamment une diminution de la part de l'emploi académique de niveau doctoral à plein temps, diminution particulièrement prononcée pour les docteurs « récemment » diplômés, ou dans le cas français, avec une augmentation de la proportion d'emplois « post-doctoraux » – ce terme étant ici, comme nous l'avons expliqué, à prendre dans un sens très large – parmi les jeunes docteurs français, il nous a été impossible d'aller plus loin dans cette perspective. Nous n'avons notamment pas pu spécifier, avec l'approche adoptée, les caractéristiques des emplois post-doctoraux au-delà d'un simple caractère commun, le fait que ce soient des emplois de nature temporaire, et moins encore l'existence potentielle d'un marché scientifique intermédiaire. Le second chapitre va être l'occasion de préciser cela.

Chapitre 2

Transitions sur le marché du travail scientifique français : quelles transformations actuelles des carrières des jeunes scientifiques ?

Le modèle français de formation des chercheurs qui repose sur un accès quasi immédiat après la thèse à un emploi d'enseignant-chercheur à l'université ou de chercheur « permanent » dans la recherche publique, ou à un emploi de chercheur dans le secteur privé, souffre des évolutions récentes ayant affecté le marché du travail scientifique.

Dans un contexte de croissance importante des effectifs de docteurs durant la première moitié des années 90, les « stages » post-doctoraux ont été un moyen aisé et peu coûteux au niveau national de gérer les flux de nouveaux arrivants sur le marché. Ces « stages », et essentiellement les post-doctorats effectués à l'étranger, l'offre de post-doc en France étant peu développée, se sont alors rapidement imposés, sinon dans les faits, du moins dans les esprits, comme un passage obligé vers le recrutement dans la sphère académique. Le modèle anglo-saxon de formation post-doctorale qui s'est progressivement développé en France et les initiatives européennes en faveur de la mobilité des étudiants et des chercheurs¹⁷⁰ poussent à une transformations des pratiques de formation post-doctorale et de recrutement des enseignants-chercheurs et des chercheurs qui risquent d'accentuer le décalage entre pratiques institutionnelles et comportements individuels.

¹⁷⁰ L'adoption par la Commission Européenne de la communication proposant la création de l'espace européen de la recherche (European Research Area) en janvier 2000 avançait clairement déjà cet objectif – et la mobilité en question n'est pas seulement la mobilité internationale, mais également la mobilité sectorielle – dans le chapitre 5 « More abundant and more mobile human resources » : « More use should be made of future, at national and European level, of the possibility of using mobility as an instrument of information and technology transfer » (European Commission 2000 p. 16). En 2001, une communication spécifique (« A mobility strategy for the ERA ») a suivi, visant à mettre en place un environnement favorable à la mobilité (European Commission 2001) et diverses actions concrètes ont alors été entreprises telles que la création d'un portail pour la mobilité des chercheurs (<http://europa.eu.int/eracareers/>) et des réseaux européens des centres de mobilité, dans le cadre de l'objectif des « 3% » (voir par exemple European Commission 2002, 2003a, b).

Une problématique différente s'est progressivement fait jour à partir de la fin des années 90 dans un contexte de diminution des inscriptions en thèse dans certaines filières. La question de l'attractivité des études doctorales scientifiques s'est alors posée, d'autant plus que le vieillissement des chercheurs et des enseignants-chercheurs risque d'imposer un recrutement plus élevé dans le secteur public et universitaire dans les années à venir.¹⁷¹ Alors que jusque-là la problématique était plutôt de savoir comment favoriser l'émigration des jeunes scientifiques français, la question actuelle est celle de réussir à attirer les jeunes vers les carrières scientifiques, bien que, dans certaines disciplines, le nombre potentiel de candidats pour un poste au CNRS ou à l'université demeure sans commune mesure avec le nombre de postes offerts, cette attractivité pouvant passer par un accroissement de l'immigration des scientifiques étrangers vers la France ou par des politiques de retour des jeunes scientifiques français expatriés.¹⁷² De façon concomitante, la Commission Européenne développait la même problématique au niveau européen (European Commission 2002, 2003b).¹⁷³

Ce contexte amène à s'interroger sur la nature de la formation doctorale et post-doctorale des docteurs français et à son impact sur la carrière individuelle des chercheurs. Quelle est la dynamique d'insertion des docteurs sur le marché du travail et quels en sont les facteurs déterminants ? Assiste-t-on à l'émergence d'un marché du travail scientifique intermédiaire (dont les contours seront à préciser) ? Pour répondre à ces questions nous

¹⁷¹ Nous avons abordé brièvement ces thèmes dans le chapitre 1 dans la perspective offre-demande que nous avons adoptée. Voir en particulier la section « 2.2.1. Quels effets de la disponibilité et du montant des financements de thèse sur la production de diplômés ? », p. 100.

¹⁷² Le premier séminaire gouvernemental sur « l'attractivité » du 11 décembre 2003 vient de dévoiler une série de mesure qui concerne directement ces deux populations dans le cadre de la stratégie de renforcement de l'attractivité de la France qui avait été présentée lors des premières rencontres sur l'investissement international à la Baule en juin 2003 (<http://www.investinfrance.org/>). Pour la première, une série de mesure ont été annoncées avec l'ambition de « faire de la France le premier pays d'accueil en Europe pour les étudiants étrangers préparant un mastère ou un doctorat dans les disciplines scientifiques, techniques et économiques ». L'action « jeunes chercheuses, jeunes chercheurs » devrait ainsi mettre à disposition un financement de 250 000 euros sur trois ans par équipe d'accueil pour la réalisation de projets de recherche, permettant des postes de thésards et de post-doctorants. Les chercheurs étrangers de haut niveau disposeraient également d'un programme similaire mais avec 500 000 euros mis à disposition. Pour la seconde, une « aide au retour » des post-doctorants français à l'étranger et un portail d'information sur l'emploi scientifique en France (<http://www.emploi-scientifique.info/>), élaboré par l'ABG pour le Ministère, sont ainsi créés. Le détail des mesures peut être trouvé ici : <http://www.premier-ministre.gouv.fr/ressources/fichiers/attractivite111203.pdf>.

¹⁷³ Dernièrement, la Commission a élargi sa problématique en s'intéressant davantage à la carrière des scientifiques européens, prenant acte du fait que le nombre adéquat de chercheurs et la mobilité des chercheurs sont des thèmes qui ne peuvent décemment pas être traités sans aborder les questions plus spécifiques relatives à la profession et à la carrière des chercheurs, et en particulier, « la formation des chercheurs, les différences dans les méthodes de recrutement, les dimensions contractuelles et budgétaires, les mécanismes d'évaluation et les perspectives de carrières des scientifiques » ; European Commission 2003c p. 3).

repreons les trois étapes, dorénavant classiques dans de nombreuses disciplines, de la carrière des jeunes scientifiques : la période de thèse, le post-doctorat et l'emploi « post »-post-doctorat.

Dans une première section, nous ferons un état des lieux de la formation des docteurs en France, principalement à l'aide des données de l'enquête Irédu 2001. Après une brève présentation du contenu et des modalités du déroulement des thèses en France, deux variables synthétiques de la situation des doctorants vont nous préoccuper plus longuement : la durée des thèses et l'abandon en thèse. En effet, dans le contexte de diminution du nombre d'inscriptions en doctorat dans plusieurs filières scientifiques et techniques, aussi bien en France qu'à l'étranger, le taux d'abandon en doctorat pourrait être une variable d'ajustement permettant de limiter la diminution du nombre de nouveaux docteurs par un effet compensatoire. De même, le raccourcissement des études doctorales pourrait en théorie permettre un turn-over plus important des doctorants et donc un accroissement du nombre de thèses soutenues. Hélas, le taux d'abandon et la durée de la thèse ne se décrètent pas mais sont issus d'un processus complexe impliquant de nombreuses caractéristiques individuelles et institutionnelles. On tentera donc de dénouer la complexité des facteurs qui se combinent pour expliquer les différences observées dans le taux d'abandon et la durée des thèses.

La seconde section abordera les problèmes de la transition thèse-emploi et de ses déterminants. Notre hypothèse est qu'un ensemble complexe de facteurs sont susceptibles d'expliquer l'insertion des docteurs. Trois grands types de variables retiendront particulièrement notre attention : la « productivité » du doctorant en thèse – appréhendée à l'aide du nombre de publications, du nombre de participation à des conférences ou de variables « synthétiques » –, le monitorat d'initiation à l'enseignement supérieur et le post-doctorat (et sa localisation). Mais avant cela, une analyse approfondie des post-doctorats sera entreprise.

La formation post-doctorale joue dorénavant un rôle important dans la dynamique d'insertion des chercheurs, tout au moins dans certaines disciplines. Après avoir présenté le contexte et l'étendue de la formation post-doctorale pour les docteurs français, nous nous attachons à comprendre les déterminants du départ en post-doctorat et les déterminants de sa localisation. Ce dernier aspect recouvre en effet une dimension importante : celle de la mobilité internationale des chercheurs. Nous cherchons à en comprendre les modalités, toujours à l'aide de notre base de données Irédu (2001) mais également en nous appuyant sur

les résultats d'études anglo-saxonnes et à l'aide de quelques traitements statistiques sur les données américaines de la NSF. Nous mettons notamment en évidence l'impact du sexe et l'impact différencié du statut familial selon le sexe sur la mobilité internationale en post-doctorat. Cela nous permet en outre de préciser ce qui rapproche et ce qui sépare certains emplois post-doctoraux des emplois du secteur « intermédiaire » du marché du travail scientifique.

Les déterminants de l'accès aux emplois post-post-doctoraux de trois secteurs que nous isolerons à l'aide d'une typologie des emplois – enseignants-chercheurs et chercheurs du secteur public et universitaire, chercheurs du secteur privé et chercheurs du secteur « intermédiaire » – seront alors étudiés. Nous nous demanderons notamment quel est l'impact du post-doctorat (et de sa localisation) sur l'accès à de tels emplois, et notamment si le post-doctorat est un choix raisonné pour accéder à un poste académique, toutes choses étant égales par ailleurs. De très nombreuses autres variables seront introduites dans les modèles, parmi lesquelles nous avons déjà cité l'activité du thésard en thèse et le monitorat, dont l'impact pose différents problèmes d'estimation et qu'il conviendra donc de traiter plus longuement et de façon plus précise.

Section I. Des conditions de réalisation de thèse variées à impact potentiellement différencié sur l'insertion

La thèse ne peut pas simplement être analysée comme une période d'études mais doit être envisagée dans une perspective plus globale. Elle constitue en effet également une période d'expérience professionnelle valorisable, dans un second temps, sur le marché du travail. C'est pourquoi il convient d'analyser précisément les conditions de réalisation de la thèse.

Dans une première sous-section (1.1.), nous allons présenter la base de données Irédu 2001, qui, si elle n'est pas la seule base dont nous disposons et que nous utiliserons, n'en demeure pas moins une référence importante dans notre étude de par la quantité d'informations qu'elle contient. Elle est en effet un complément qui nous semble indispensable pour tenter d'appréhender de façon plus fine les processus à l'œuvre pendant et

après les études doctorales. Cette présentation va inclure un descriptif de l'échantillon utilisé ainsi que des premiers résultats sur les conditions de réalisation des thèses en France.

La seconde sous-section (1.2.) étudie les modalités de réalisation du doctorat. Deux thèmes essentiels y seront développés : l'abandon en thèse et la durée des thèses. Nous allons montrer qu'en théorie ces deux phénomènes participent d'un même processus qu'il est difficilement envisageable de séparer. Cependant, les bases de données dont nous disposons nous permettent difficilement d'étudier simultanément ces deux phénomènes et nous serons contraints de les étudier séparément. Nous tenterons alors de comprendre les déterminants de la durée et de l'abandon en thèse à l'aide de modélisations économétriques.

1.1. Présentation de la base de données Irédu (2001)

La base de données concernant l'insertion des docteurs scientifiques a été réalisée durant l'année 2001. Concrètement, l'enquête a été effectuée en mai et juin 2001 par téléphone puis par e-mail. L'échantillon final récolté est de 504 réponses exploitables, 307 individus de sexe masculin et 197 de sexe féminin. Quelques caractéristiques principales de notre échantillon vont être présentées dans les paragraphes qui suivent. En dépit de la taille limitée de cet échantillon, nous allons montrer qu'il n'en demeure pas moins que cette enquête offre une certaine représentativité en accord avec les données plus globales en notre possession (enquêtes du Ministère et enquêtes du Céreq).

Quelques caractéristiques essentielles des individus de l'échantillon récolté sont présentées dans un premier temps (1.1.1.).

Dans un second temps, quelques statistiques géographiques et institutionnelles d'appartenance des doctorants – universités et laboratoires d'accueil – sont rapidement exposées (1.1.2.).

Enfin, une description des conditions de réalisation de la thèse est accomplie (1.1.3.).

Encadré 2. La réalisation de l'enquête Irédu 2001

Nous sommes partis d'un fichier initial d'adresses issu de l'enquête Céreq de 1999 sur les sortants de l'enseignement supérieur de 1996.

Un premier questionnaire a alors été testé par téléphone. Nous avons obtenu une cinquantaine de réponses nous permettant de sélectionner les questions qui semblaient les plus pertinentes et les plus intéressantes à poser compte tenu des contraintes du mode d'administration que nous envisagions, à savoir l'e-mail. Une première lettre a alors été envoyée aux docteurs pour les informer de la réalisation de l'enquête. Une réponse de leur part était souhaitée s'ils désiraient participer à l'enquête, par e-mail, par téléphone ou par courrier. La très grande majorité des individus nous a répondu par e-mail. Une seconde lettre de relance a alors été envoyée une fois reçu les retours pour adresse incorrecte ou inconnue. Ceux qui ne nous avaient toujours pas répondu à cette étape, mais dont l'adresse était a priori correcte, ont été contactés par téléphone. Nous avons parfois eu de la chance en tombant directement sur la personne concernée, parfois moins de chance en dérangeant une personne qui ne correspondait pas du tout au profil recherché. Le plus souvent cependant nous avons eu affaire aux parents qui ont en général offert une grande résistance à la divulgation du numéro de téléphone ou tout autre moyen pour joindre leur enfant.

Une seconde étape a consisté en une recherche de tous les individus dont l'adresse dont nous disposions était incorrecte. D'abord en téléphonant au numéro qui accompagnait l'adresse dans la base initiale. Cela a permis de récupérer quelques individus, mais relativement peu, compte tenu de l'ancienneté de l'adresse indiquée, qui remontait parfois à la première année de fac semble-t-il... Ensuite une recherche systématique (longue et fastidieuse) par internet a été entreprise sur les individus restant. Le moteur de recherche Google s'est, à cette occasion, montré, comme à l'accoutumée, particulièrement efficace. On s'est aperçu qu'il était en effet rare qu'une personne n'apparaisse pas, à un titre ou à un autre, sur une page web. Les cas les plus délicats ont été rencontrés pour les personnes aux noms extrêmement communs dont il a alors été difficile, mais pas impossible compte tenu de la spécificité du travail de ces personnes, de retrouver la trace. D'autres difficultés sont également apparues pour retrouver les docteurs travaillant dans le secteur privé. Il est probable que la différence de visibilité sur internet entre les personnes travaillant ou ayant travaillé à l'université ou dans la recherche publique – on pense particulièrement aux post-docs – et ceux qui sont entrés directement dans le secteur privé après leur thèse et qui y sont restés, introduit un biais de sélection dans notre échantillon avec une probable sous-représentation de ces derniers. Néanmoins, il ne nous a pas été impossible de retrouver des chercheurs, des ingénieurs de recherche, des ingénieurs (sans activité de R&D) ou des cadres du secteur privé, qui apparaissaient parfois sur internet, même si ce n'est pas nécessairement pour des raisons liées à leur activité professionnelle... On pense par exemple à ce physicien, chercheur dans le secteur privé, que nous avons retrouvé grâce à son site perso dédié à l'astronomie... D'autres docteurs travaillant dans le secteur « associatif » ou dans ce que nous avons appelé le secteur intermédiaire ont été retrouvés de la même façon. On peut prendre cette fois l'exemple d'une docteure en sciences de la vie travaillant dans une association que nous avons retrouvée grâce à un article paru dans un journal local où son nom apparaissait, article qui présentait les résultats de tests sur l'eau effectués par cette association...

Une fois la base d'emails constituée, nous avons administré le questionnaire. Les réponses ont alors été en général rapides. Le questionnaire avait été construit sur Word et utilisait des formulaires permettant de le remplir facilement (clics de souris dans les cases et saisie directe des réponses). D'autres formats de questionnaires avaient également été prévus. Ils ont été réclamés par plusieurs personnes, essentiellement des docteurs en informatique (!) qui m'accusaient de favoriser le monopole de Microsoft... Un questionnaire au format ASCII leur a alors été fourni. L'idéal aurait été, et c'est une idée à creuser pour les futures enquêtes, de bénéficier d'un serveur (et d'une adresse IP) sur lequel les personnes auraient pu venir remplir le questionnaire. Les données des formulaires auraient alors été transmises directement dans la base de données. Mais cette solution aurait nécessité l'assistance d'un informaticien, mes compétences étant trop limitées en ce domaine et le temps nécessaire pour que j'apprenne à réaliser un tel site trop court...

Quoiqu'il en soit, une fois réceptionnés les questionnaires, la constitution de la base de données a été quasi-automatique. Ou du moins elle n'a pas posé de problèmes pour les questionnaires « bien remplis » et surtout les questionnaires dont la forme n'avait pas été modifiée (c'est-à-dire la majorité d'entre eux). En effet, et on va penser que j'ai une dent contre les docteurs en informatique, mais je me

suis vite aperçu que ce sont le plus souvent les informaticiens qui ont effectué des tentatives de modification du questionnaire en ôtant la protection du document Word et en le modifiant ; en toute honnêteté, je dois reconnaître que ces entreprises ont été le plus souvent involontaires ou elles partaient d'un bon sentiment (ajout d'informations jugées manquantes...). Cependant, ces modifications du questionnaire m'ont causé quelques soucis et dans ces cas-là, le traitement quasi-automatique s'est transformé en une tâche beaucoup plus ardue... Dans certains cas j'ai tout simplement fini par saisir manuellement les questionnaires en question...

Dans les cas où la procédure de saisie automatique se déroulait bien, le traitement consistait à transformer chaque document Word rempli par les docteurs en un document ASCII contenant toutes les informations séparées par un point virgule. A partir de ces fichiers, j'ai créé un gros fichier texte en collant chacun des fichiers texte individuels. Ce gros fichier texte a alors été importé sous Excel pour quelques retraitements et quelques nettoyages avant d'être transformés à nouveau en fichier texte (avec séparateurs virgule ou tabulation) directement importable sous SAS ou sous tout autre logiciel statistique.

Les nettoyages de la base de données et les premiers traitements statistiques ont tous été effectués sous SAS. Nous avons également utilisé SAS pour les premières modélisations. Mon déménagement au SPRU a changé quelque peu mes habitudes et la disponibilité d'autres logiciels m'a incité à effectuer d'autres modélisations économétriques sous Limdep et Gauss ; cela m'a permis de retrouver, avec plaisir, la « convivialité » de ce dernier logiciel dont j'avais déjà eu l'occasion de me servir pour des analyses antérieures. De retour à l'Irédú, j'ai alors continué à utiliser majoritairement Limdep.

1.1.1. Quelques caractéristiques de l'échantillon

La répartition des effectifs par grandes disciplines et par sexe est donnée dans le Tableau 23. Les sciences de la vie sont particulièrement bien représentées dans notre échantillon, suivies par la physique et les sciences pour l'ingénieur, puis par la chimie. L'informatique et les mathématiques – nous n'avons que quelques cas dans cette dernière discipline – rassemblent un effectif relativement réduit. Enfin, quelques individus apparaissent en sciences de la terre et de l'univers. Étant donné l'effectif réduit dans cette dernière discipline, nous ne présenterons pas les résultats détaillés pour ces individus dans les tableaux descriptifs qui suivent, quitte à réintroduire cette discipline dans les modèles si le besoin s'en fait sentir. Nous travaillerons donc sur un effectif initial de 484 individus. Notre regroupement en 4 disciplines majeures nous semble relativement cohérent au vu des résultats qui vont être présentés par la suite. La catégorie « physique et SPI » est probablement la plus hétérogène bien que des différences de profils et d'insertion semblent finalement assez limitées.

Tableau 23. Répartition de l'échantillon par disciplines.

	Hommes		Femmes		Total	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Physique et sciences de l'ingénieur	107	75	35	25	142	28
Sciences de la terre et de l'univers	6	30	14	70	20	4
Chimie	76	75	26	25	102	20
Sciences de la vie	83	43	110	57	193	38
Informatique et mathématiques	35	74	12	26	47	9
Total	307	61	197	39	504	100

Source : enquête Irédu 2001.

La très grande majorité des docteurs scientifiques a obtenu un baccalauréat scientifique. 95% des individus de l'échantillon déclarent posséder un bac C ou D. 59% ont un bac C et 36% un bac D. 63% des hommes et 52% des femmes possèdent un bac C. La polarisation par disciplines de thèse est importante, la prédominance du bac C s'observant en mathématiques-informatiques et en physique-sciences pour l'ingénieur.

Tableau 24. Baccalauréat possédé selon la discipline de thèse (%).

	Bac C	Bac D	Autres bacs
Physique et SPI	82	9	8
Chimie	53	42	5
Sciences de la vie	40	59	1
Informatique et mathématiques	83	6	11
Total	59	36	5

Source : enquête Irédu 2001.

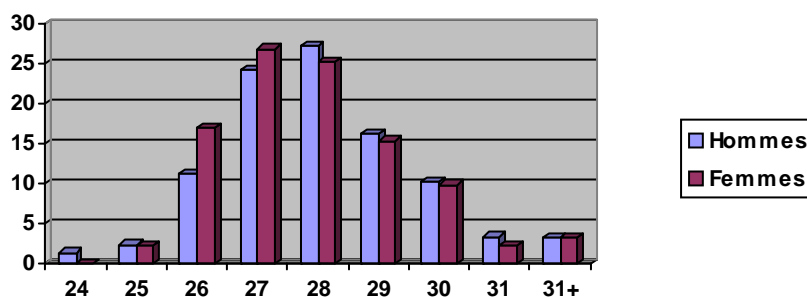
L'âge moyen au baccalauréat est de 18,1 ans, très légèrement plus élevé pour les hommes que pour les femmes. La distribution des âges au baccalauréat est très concentrée. La majorité – 79% des hommes et 87% des femmes – avait 17 ou 18 ans lors de leur succès au bac. Globalement c'est également le cas de 89% des titulaires d'un bac C et de 74% des titulaires d'un bac D ; on retrouve ainsi le rôle de la filière C comme filière « d'excellence ».

L'âge moyen des docteurs scientifiques au moment de la soutenance est relativement homogène, comme le montre la distribution des âges à la soutenance (Figure 31), contrairement aux disciplines non scientifiques où l'âge moyen varie davantage.¹⁷⁴ Dans notre

¹⁷⁴ Les premières études sur l'âge à l'obtention du doctorat remontent à Pressey (1962). Cet auteur notait : « This paper reports evidence that at present the Ph.D. program is being taken even later in life than formerly – as well

échantillon, l'âge moyen à la soutenance est de 28 ans (Tableau 25). Les hommes sont très légèrement plus âgés à la soutenance que les femmes. Ceci est pour partie dû au service national. En effet, nous possédons, dans le calendrier des activités, les dates auxquelles le service national a été effectué.¹⁷⁵ L'âge moyen à la soutenance pour les hommes ayant effectué leur service militaire avant la thèse est de 28,8 ans contre 28,0 ans pour les autres ; la différences d'âge hommes-femmes est ainsi moindre une fois pris en compte de l'effet du service militaire. Les docteurs en sciences de la vie sont légèrement plus âgés que les docteurs des autres disciplines, ce qui s'explique en partie par une durée moyenne des thèses relativement plus longue dans cette discipline.

Figure 31. Distribution des âges à la soutenance, par sexe (%).



Source : enquête Irédu 2001.

Tableau 25. Âge moyen à la soutenance (en années).

	Hommes	Femmes	Total
Physique et SPI	27.8 (1.61)	27.4 (1.40)	27.7 (1.56)
Chimie	27.9 (1.44)	27.4 (1.19)	27.8 (1.40)
Sciences de la vie	28.8 (2.22)	28.2 (2.17)	28.5 (2.20)
Informatique et mathématiques	27.5 (1.96)	27.0 (1.96)	27.3 (1.95)
Total	28.1 (1.85)	27.8 (1.95)	28.0 (1.89)

Source : enquête Irédu 2001. Notes : âges moyens avec écarts-type entre parenthèses.

as data which indicate that this is undesirable – and brings up basic considerations in this connection that have been largely neglected » (Pressey, 1962, p.153).

¹⁷⁵ Il semble néanmoins que tous les individus n'aient pas déclaré les dates de leur service national car seulement un quart des hommes donnent les dates de leur service militaire. Sur ce quart, on constate que les deux tiers ont effectué leur service national avant le début de la thèse.

L'étude de l'âge à la soutenance peut être effectuée à l'aide d'une décomposition simple : âge à la soutenance = âge au bac + durée des études avant la thèse + durée de la thèse.

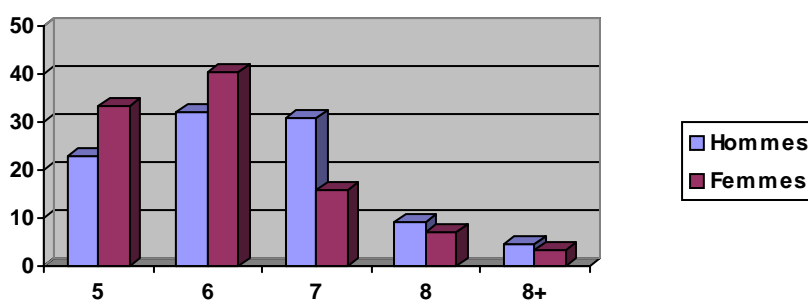
Pour l'individu « moyen », par sexe, cela donne¹⁷⁶ :

Hommes : âge à la soutenance = 18.1 + 6.6 + 3.4 = 28.1 ans.

Femmes : âge à la soutenance = 18.0 + 6.2 + 3.6 = 27.8 ans.

La différence la plus importante entre hommes et femmes se situe dans la durée des études avant la thèse qui incorpore, comme nous l'avons déjà souligné, la durée du service national pour les hommes. La distribution de la durée des études avant la thèse est ainsi relativement différente entre hommes et femmes.

Figure 32. Distribution de la durée des études avant la thèse (%).



Source : enquête Irédu 2001.

Un tiers des individus de notre base est diplômé d'une école d'ingénieurs avant la thèse. C'est le cas de 39% des hommes et de 22% des femmes. Derrière ces chiffres se cache un effet de structure par disciplines. Les femmes sont relativement les plus représentées dans les disciplines où la possession d'un titre d'ingénieur est plus rare. En tenant compte des disciplines, il ne persiste une différence hommes/femmes importante qu'en physique et SPI où les femmes semblent moins souvent diplômées d'une école d'ingénieurs que leurs homologues masculins ; une différence inverse est par contre observée pour l'informatique.

¹⁷⁶ La durée de la thèse est une durée théorique calculée (en mois puis reconvertie en années) entre la date de début de la thèse et la date de soutenance.

Tableau 26. Proportion de docteurs diplômés d'une école d'ingénieurs (%).

	Hommes	Femmes	Total
Physique et SPI	59	34	53
Chimie	42	38	41
Sciences de la vie	17	12	15
Maths, informatique	23	41	28
Total	39	22	33

Source : enquête Irédu 2001.

1.1.2. Universités et laboratoires d'accueil

Notre échantillon comprend des docteurs diplômés de la majorité des universités françaises. Probablement sans être représentatif, il n'en demeure pas moins que l'échantillon présente une certaine représentativité dans la répartition géographique des lieux de préparation des thèses. En particulier, on observe une forte liaison entre disciplines du doctorat et universités qui traduit les forces et les faiblesses des universités dans tel ou tel domaine. Globalement, plus d'un tiers des docteurs de notre échantillon a obtenu le doctorat dans une université d'Île de France ce qui n'est pas surprenant compte tenu de la concentration de l'emploi scientifique dans cette région. Néanmoins, des pôles régionaux d'excellence se sont installés depuis longtemps déjà dans certains domaines tels que l'électronique ou la physique nucléaire.¹⁷⁷ C'est particulièrement le cas de la région Grenobloise (Nohara et Verdier 2001). Dans notre échantillon, respectivement un quart et un cinquième des docteurs en physique et en chimie ont soutenu leur thèse à l'université de Grenoble. Toulouse est également bien représenté dans ces deux disciplines ainsi qu'en mathématiques et en informatique.¹⁷⁸

¹⁷⁷ Ainsi Barré, Crance et Sigogneau (1999, 2000) montre que la part nationale des enseignants-chercheurs et des chercheurs EPST de l'île de France a progressivement diminué pour se stabiliser autour de 30% à la fin des années 90.

¹⁷⁸ Selon les données du Ministère, toutes disciplines confondues pour l'année 1999, 37,6% des thèses ont été soutenues en Ile-de-France, 12,4% en Rhône-Alpes et 6,8% en Provence Alpes Côte d'Azur. Mais seulement 23,9% des thèses en physique et SPI et 22,1% des thèses en chimie et sciences des matériaux ont été attribuées en Ile-de-France. Pour des questions relatives à la mobilité régionale des docteurs, voir Perret (2003).

Tableau 27. Répartition géographique des universités de préparation de la thèse (%).

	Physique	Chimie	Biologie	Maths	Total
Île-de-France	25	33	37	55	35
Grenoble	24	20	8	2	14
Toulouse	14	10	5	11	9
Lyon	6	5	10	2	7
Strasbourg	3	3	7	0	4
Bordeaux	2	7	3	2	4
Montpellier	1	4	5	0	3
Nancy	3	2	3	9	3
Autres	21	17	23	19	21

Source : enquête Irédu 2001.

La répartition des laboratoires d'accueil des doctorants est donnée dans le tableau qui suit. Du fait de la réorganisation de la recherche publique française il est difficile de tirer des conclusions de cette typologie, qui est, par ailleurs, critiquable car l'affectation d'un laboratoire à telle ou telle catégorie n'est pas toujours évidente tant l'imbrication des structures institutionnelles est parfois importante.

Un tiers des individus enquêtés a effectué sa thèse dans une unité mixte CNRS-université alors que respectivement 15% et 14% ont effectué leurs recherches de thèse dans une unité associée et dans une unité propre du CNRS. La répartition des institutions d'accueil est très typée selon la discipline. Le CEA accueille par exemple une bonne partie des thésards en physique alors que l'INSERM joue le même rôle pour les doctorants en sciences de la vie.

Tableau 28. Répartition des rattachements des laboratoires d'accueil (%).

	Physique	Chimie	Biologie	Maths	Total
UMR	33	48	20	46	33
URA	14	19	14	11	15
Universitaire	9	3	6	11	7
UPR	15	14	15	6	14
INRA	0	2	12	2	5
INSERM	0	4	19	0	8
CEA	22	10	4	2	10
Autres	7	1	6	21	7

Source : enquête Irédu 2001.

1.1.3. Les conditions de réalisation de la thèse

Les sources de financement des thésards sont assez variées même dans les disciplines scientifiques. Initialement nous envisagions de demander aux docteurs quels étaient leurs revenus moyens durant la thèse. Mais, faute de place dans le questionnaire, ces questions ont été supprimées. Néanmoins, ce type d'analyse s'avérerait plus intéressant dans les disciplines littéraires et sociales que dans les disciplines considérées ici car la nature des financements, et probablement les revenus que cela procure, sont relativement plus hétérogènes que dans les disciplines scientifiques. Faute de données sur les revenus, rabattons-nous sur le nombre et la nature des financements obtenus durant le doctorat.

79% des docteurs déclarent avoir eu une et une seule source de financement durant leur thèse, 17% deux sources de financement et 1% trois sources ou plus (Tableau 29). Pour bien différencier les sources de financement, nous avons considéré que les allocataires moniteurs n'ont eu qu'une source de financement et non pas deux ce qui aurait pu être source d'imprécisions dans les résultats.

Tableau 29. Répartition du nombre de financements par disciplines (%).

	Aucun	Un	Deux	Trois et plus
Physique et SPI	4	89	8	0
Chimie	4	81	14	1
Sciences de la vie	4	68	26	2
Maths, informatique	2	87	11	0
Total	4	79	16	1

Source : enquête Irédu 2001.

Seuls 4% des individus de notre échantillon n'ont eu accès à aucun financement ou à un financement très précaire¹⁷⁹ ; ce taux est bien plus élevé en lettres, sciences humaines et sociales. Nous avons cherché à quantifier cet écart à l'aide de l'enquête enseignement supérieur du Céreq de 1999 en répartissant les sources de financement des thésards en trois catégories : les financements liés à la recherche ou à l'enseignement supérieur – dont l'allocation de recherche et le monitorat sont les deux principales –, les financements provenant d'un emploi d'enseignant dans le primaire ou le secondaire et les doctorants sans

¹⁷⁹ Dans les intitulés des financements déclarés par certains individus ayant eu des modes de financement précaires on trouve notamment « travail temporaire », ou « aide de la famille », ou bien encore « cours particuliers » et « surveillant ».

financement ou possédant un financement « hors-recherche »¹⁸⁰. La répartition selon cette nomenclature par grande discipline est donnée dans le Tableau 30.¹⁸¹ Ces résultats confirment ceux de notre enquête puisque 5% seulement des doctorants en sciences exactes appartiennent à la dernière catégorie.¹⁸²

Tableau 30. Répartition des sources de financements des doctorants selon la discipline (%).

	Sciences exactes	Droit-économie	LSH
Financement « de recherche »	95	78	75
Enseignant dans le primaire ou le secondaire	2	6	22
Sans financement ou financement hors recherche	5	21	17

Source : enquête Céreq 1999. Nos calculs selon la répartition décrite ci-dessus. Voir aussi Moguérou (2003c).

Le nombre de financements est également fortement dépendant de la discipline dans laquelle la thèse a été soutenue, comme le montre le Tableau 29. Si la proportion d'individus sans financement ou avec trois financements et plus est très faible et varie peu par discipline, en revanche, la proportion d'individus ayant eu un ou deux financements est relativement différente d'une discipline à l'autre. Les sciences de la vie et dans une moindre mesure la chimie sont les deux grandes disciplines dans lesquelles s'observe une proportion de deux financements plus importante.

La nature des financements du doctorat est également très dépendante de la discipline scientifique. Nous avons isolé huit grandes catégories de financements (Tableau 31). On constate qu'en moyenne un peu plus d'un docteur sur deux a été allocataire – dans 35% des

¹⁸⁰ Il a été impossible de faire la distinction entre ces deux dernières catégories. Elles correspondent donc approximativement à la catégorie « sans financement ou financement précaire » de notre enquête.

¹⁸¹ Cf. Moguérou (2003c).

¹⁸² Les résultats issus du Rapport sur les études doctorales de 2000 offrent une appréciation de la situation des financements des thésards, soit relativement conforme, soit relativement différente selon la perspective retenue (tout au moins pour les LSHS). Une appréciation relativement identique est offerte si on considère la proportion de doctorants – ayant commencé leur thèse en 1996 – ayant bénéficié d'un salaire. Celle-ci s'étale de 2,2% (chimie) à 9,7% (sciences de la vie) en sciences exactes et elle est respectivement de 19,7% et 14,7% en sciences de l'homme et des humanités et en sciences de la société. En revanche, une vision relativement différente si on apprécie les financements des doctorants au regard de la proportion de doctorants « sans financement connu » selon le vocabulaire du Rapport. Cette proportion va en effet de 3,8% (sciences de la terre et de l'univers) à 23,4% (mathématiques et informatique) en sciences exactes – ce qui est somme toute en accord avec les données issues de notre enquête et des enquêtes du Céreq – mais elle est de plus de 50% en sciences de l'homme et des

cas – ou allocataire-moniteur – dans 19% des cas – durant sa thèse.¹⁸³ Les financements par bourse d'un organisme public ou « chargé de cours, TD, TP » sont en proportion égale. Les bourses d'une association, d'une fondation sont particulièrement importantes en sciences de la vie, essentiellement du fait des financements proposés par des institutions telles que l'Institut Pasteur et l'Institut Curie qui ont le statut de fondations privées à but non lucratif. Les bourses CIFRE sont une source de financements pour environ 15% des thésards en physique et en chimie mais ne sont pratiquement pas représentées dans les autres disciplines. Enfin, quelques rares financements proviennent d'une collectivité locale ou d'un autre ministère.

Tableau 31. Les sources de financements de la thèse par disciplines (%).

	Physique	Chimie	Biologie	Maths	Total
Allocataire MENRT (seule)	35	24	44	19	35
Allocataire moniteur	14	19	16	51	19
Allocataire et allocataire moniteur	49	43	60	70	54
Chargé de cours, TD ou TP	11	20	15	11	14
Allocation d'un autre ministère	6	3	1	2	3
Bourse d'un organisme public, y.c. BDI	15	23	9	15	14
Bourse CIFRE	17	15	5	4	11
Bourse d'une association, d'une fondation	1	5	30	1	13
Bourse d'une collectivité locale	6	3	6	4	5

Source : enquête Irédu 2001.

Au total, ces résultats confirment que les conditions financières des doctorants en sciences exactes sont relativement satisfaisantes. Une majorité de ceux qui ont terminé leur thèse – et là un problème de sélection existe certainement – a des modes de financement relativement stables ne nécessitant pas de « montages » financiers complexes et hasardeux. La disponibilité des financements varie selon les disciplines et facilite plus ou moins la poursuite des études en thèse. Le Ministère dispose ainsi d'une marge de manœuvre, certes délicate à manier, mais néanmoins importante – puisque la majorité des financements des thèses sont d'ordre, directement ou indirectement, public – pour piloter le nombre d'inscriptions en thèse de par l'attribution et la répartition des financements qu'il est à même de réaliser.

humanités et en sciences de la société (avec respectivement 62,3% et 55,5%). Reste à savoir ce que recouvre exactement l'expression « sans financement connu » du Rapport sur les études doctorales...

¹⁸³ Le Rapport sur les études doctorales de 2000 montraient que les taux de financement des thèses par allocation du Ministère de la Recherche commencées en 1996 s'évaluaient, pour les sciences exactes, de 31,8% en chimie à 46,9% en sciences de la terre et de l'univers. Les taux correspondants étaient de seulement 7,5% en sciences de l'homme et des humanités et de 16% en sciences de la société.

La répartition des modes de financement selon la proportion d'individus concernés – par ordre décroissant – est effectuée dans le Tableau 32. Il s'agit ici de la répartition des individus par type de financements, type mutuellement exclusif, et non plus de la répartition des financements par individu. Il s'agit d'adopter la vision des individus et non plus la perspective des financements. On observe alors que la majorité des individus qui ont eu deux sources de financements ont en fait combiné l'allocation du MENRT – et pour une partie d'entre eux, cette allocation leur avait sans doute été versée pour une durée de seulement deux ans –, soit avec le monitorat, soit avec des vacances d'enseignement, soit enfin avec une bourse d'une association ou d'une fondation.

Tableau 32. Répartition des combinaisons des modes de financement de la thèse (%).

	En %	Durée
Allocation MENRT (uniquement)	23	40.1 (7.0)
Allocation MENRT et monitorat	17	40.9 (7.9)
Bourse d'un organisme public ou BDI	12	38.9 (7.5)
Bourse CIFRE	10	43.1 (10.3)
Allocation MENRT et chargé de cours, TD, TP	7	42.0 (9.1)
Bourse d'une association, fondation	5	46.9 (9.0)
Chargé de cours, TD, TP (uniquement)	5	42.4 (11.3)
Allocation MENRT et bourse association, fondation	4	48.9 (4.4)
Sans financement ou financement précaire	4	44.8 (9.8)
Bourse collectivité locale	4	41.3 (7.9)
Allocation d'un autre ministère	3	39.3 (6.2)
Bourse d'un organisme public et bourse d'une collectivité locale	1	38.3 (2.6)
Chargé de cours et bourse d'une association, d'une fondation	1	48 (1.73)

Source : enquête Irédu 2001. NB : nous n'avons pas fait figurer les modes de financements concernant moins de 1% des individus. La dernière colonne contient les durées moyennes et les écarts-type des durées de la thèse.

1.2. Taux d'abandon et durée de la thèse

Dans un contexte de diminution du nombre d'inscriptions en doctorat dans de nombreuses filières, principalement scientifiques et techniques et aussi bien en France qu'à l'étranger, le taux d'abandon en doctorat pourrait être une variable d'ajustement permettant de limiter la diminution du nombre de nouveaux docteurs par un effet compensatoire. De même, le raccourcissement des études doctorales pourrait en théorie permettre un turn-over plus important des doctorants et donc un accroissement du nombre de thèses soutenues. Hélas, le taux d'abandon et la durée de la thèse ne se décrètent pas mais sont issus d'un processus complexe impliquant de nombreuses caractéristiques individuelles et institutionnelles.

Les travaux théoriques qui se sont penchés sur la compréhension des déterminants explicatifs de la durée des thèses et du taux d'abandon en cours de thèse sont tout d'abord présentés (1.2.1.).

Ensuite, une modélisation, sur données individuelles, de la durée des thèses et du taux d'abandon en thèse est entreprise (1.2.2.). Si le doctorant n'abandonne pas en cours de thèse, l'aboutissement de la thèse est l'obtention du doctorat. La soutenance est alors le moment critique où se décide l'attribution de la mention au doctorat. Nous tentons, pour terminer cette section et pour faire transition avec la suivante qui étudie les modalités d'insertion des docteurs, de modéliser¹⁸⁴ la probabilité d'obtention des mentions au doctorat.

1.2.1. Une revue sélective de la littérature : quelques résultats théoriques et empiriques

Débutons cette section en soulignant, avec une étude de l'*Office of Scientific and Engineering Personnel* de 1997, toute la difficulté que représente la mesure de la durée des thèses et du taux d'abandon en thèse.

« It is difficult to estimate a completion rate for doctoral study for several reasons. First, Ph.D. programs vary widely in their definition of when students begin doctoral study. [...] Second, there is no fixed time beyond which students can be considered no longer enrolled in doctoral studies. Institutions vary widely in the maximum number of years permitted for students to complete the Ph.D. [It] makes it impossible to determine decisively when students should no longer be considered in pursuit of the doctorate. » (OSEP 1997, p. 16-17).

Néanmoins, ces difficultés sont probablement moindres dans le cas français, où la date du début du doctorat est connue de façon assez précise, et dans le cas des disciplines scientifiques, où les durées des thèses varient de façon moins importante – comme nous allons le voir – que dans le cas des lettres, sciences humaines et sociales.

Au premier abord, une idée qui semble évidente est que le financement de la thèse est susceptible d'exercer une forte influence sur la durée de la thèse. Néanmoins, il est plus probable que la nature du financement et son montant exercent un effet plus important sur le taux d'abandon en thèse que sur la durée en thèse, vu la nature institutionnelle particulière des

¹⁸⁴ Nos propos concernant l'entreprise d'une telle modélisation vont à cette occasion osciller entre ambition et réalisme...

financements de thèse (Ferrer de Valero 2001)¹⁸⁵. Dans les faits, un ensemble complexe de facteurs semble jouer aussi bien sur le taux d'abandon que sur la durée de la thèse, taux et durée étant d'ailleurs intimement liés, ce qui crée une difficulté supplémentaire dans l'analyse. De très nombreuses études américaines se sont intéressées aux questions de TTD (« Time To Degree ») et quelques études plus rares se sont focalisées sur le phénomène ABD (« All But the Dissertation »).¹⁸⁶ Face à des taux d'abandon de 40-50% au niveau national¹⁸⁷, de nombreux auteurs ont essayé de comprendre, depuis l'étude de Bowen et Rudenstine (1992)¹⁸⁸ – étude qui semble avoir donné un coup de fouet à ce genre d'analyses – les expériences des étudiants en thèse à partir essentiellement d'études qualitatives.¹⁸⁹

« Only about half of all entering students in many Ph.D. programs eventually obtain doctorates (frequently after pursuing degrees for anywhere from six to twelve years). In sharp contrast it is common for completion rates in leading professional schools of business, law, and medicine to exceed 90 percent. And it is not just the plight of the ABDs [...] that has caused completion rates in Ph.D. programs to be low; attrition has been high at all stages of graduate study. Moreover, attrition appears to have increased over the last three decades. » (Bowen et Rudenstine, 1992, p. 105).

Une des conclusions essentielles de Bowen et Rudenstine (1992) est que la variable essentielle expliquant le taux d'abandon en thèse est la discipline d'étude, et que cette influence persiste même une fois pris en compte d'autres variables a priori importantes telles que les aides financières disponibles. Baird (1990) notait, lui, que la discipline, mais également la nature et le contenu des programmes doctoraux, semblaient avoir une influence sur la durée des études doctorales.¹⁹⁰ Nerad (1991) montrait également que les doctorants en sciences avaient des durées de thèse significativement plus courtes que les thésards en lettres et sciences humaines, ce qui est en accord avec le cas français comme nous allons le montrer.

¹⁸⁵ Sur le taux d'abandon de la thèse voir les études récentes de Golde (1997 et 2000). Golde est un des auteurs du rapport « At Cross Purposes... » sur les conditions de réalisation de la thèse (Golde et al. 2001).

¹⁸⁶ Les auteurs d'études qualitatives semblent être adeptes des sigles ; c'est pourquoi nous les avons fait figurer dans le texte.

¹⁸⁷ Aux Etats-Unis, différentes commissions ont été chargées de mesurer et d'effectuer des propositions pour tenter de diminuer ces chiffres. Voir par exemple le rapport écrit par l'Office of Scientific and Engineering Personnel (1997).

¹⁸⁸ Leur étude concernait 10 grandes universités américaines.

¹⁸⁹ Le phénomène ABD a initialement été étudié par Jacks et al. (1983) puis par Hanson (1992). Il décrit simplement les étudiants qui ont rempli toutes les exigences du doctorat mais qui n'ont pas soutenu leur thèse.

¹⁹⁰ Voir également Tinto (1993), Golde (1997, 2000) et Ferrer de Valero (2001). Des articles plus anciens (Tinto, 1982 et 1988) constituent des références dans l'analyse de l'abandon des études dans l'enseignement supérieur.

Outre l'effet disciplinaire, l'influence d'autres variables sur le taux d'abandon ont été testées.¹⁹¹ C'est notamment le cas du financement obtenu en thèse, avec un succès relatif (Ehrenberg et Panangiotis 1995, Krueger 1998, Ferrer de Valero 2001). Il semble en effet délicat de mettre en évidence un lien direct entre nature ou montant du financement de la thèse et abandon en thèse (National Science Board 2000). L'explication de cette difficulté réside probablement dans le fait que les financements de thèse obéissent souvent à des montages complexes qu'il est bien difficile d'appréhender avec des variables simples ; il n'est en effet pas rare que le thésard dépende de plusieurs sources de financement durant sa thèse, simultanément et/ou les uns à la suite des autres.¹⁹²

Dans le cas français, les doctorants financés abandonneraient également moins fréquemment que les autres. Cependant, il semble exister également des différences dans les taux d'abandon selon le type de financements. Les docteurs Cifre abandonneraient moins fréquemment leur thèse puisque leur taux d'abandon tournerait autour de 6%.¹⁹³ Il existerait également un effet différencié de la nature des financements selon la discipline de la thèse. Ainsi les allocataires en SHS abandonneraient leur thèse¹⁹⁴ dans des proportions similaires à celles observées parmi les non allocataires, avec des taux d'abandon supérieurs de 50%.¹⁹⁵ Grivillers et Gugenheim (2002), dans une étude sur l'université de Lille, trouvent que les thésards financés, tous financements confondus, abandonnent moins fréquemment leur thèse, toutes choses égales par ailleurs, avec un effet marginal de -20%.

L'effet du genre et de l'origine ethnique sur la probabilité d'abandon en thèse a également été analysé. Alors qu'il a souvent été admis qu'il existe un phénomène d'attrition plus important en thèse pour les femmes et les minorités défavorisées, il semble qu'une fois contrôlée pour un ensemble plus complexe d'autres variables, les différences en termes de probabilité d'abandon ont tendance à diminuer (Baker 1998). Malgré tout, des marges de

¹⁹¹ Si l'abandon en thèse a été étudié par un nombre relativement faible d'études, ce n'est pas le cas de l'abandon aux autres niveaux du système éducatif pour lesquels la littérature est abondante. La méthodologie employée est souvent commune. Celle-ci est bien illustrée par trois études récentes : Smith et Naylor (2001), Montmarquette, Mahseredjian, Houle (2001) et Bedard (2001).

¹⁹² Malgré tout, la plupart des études s'accordent sur des conclusions « de base » telles que celles initialement présentées par Nerad (1991) : les doctorants financés par des *fellowships*, par des *research assistantships* ou des *teaching assistantships* semblent avoir des durées de thèse plus courtes et des taux d'abandon plus faibles.

¹⁹³ Selon les résultats de l'enquête ANRT menée en 2001, « Les parcours des docteurs Cifre ».

¹⁹⁴ Mais ceci reste quelque peu confidentiel...

¹⁹⁵ Cela est en partie confirmé par les données du Ministère. Cf. ci-après, Tableau 33 p. 148 et les commentaires associés.

manœuvre plus importantes demeurent sur ces populations spécifiques pour moduler le taux d'abandon en thèse et ainsi permettre d'obtenir un nombre plus élevé de diplômés dans le contexte de baisse du nombre d'inscrits que nous mentionnions dans le premier paragraphe de cette section. Cette idée a récemment été défendue par la NSF pour les études supérieures scientifiques :

“Whether students in the United States are interested in studying S&E fields is of growing concern. Whether women and minorities are attracted to S&E majors is also of national interest because together they make up the majority of the labor force, and they have traditionally not earned S&E degrees at the same rate as the male majority. Their successful completion of S&E degrees will determine whether there will be an adequate number of entrants into the S&E workforce in the United States.” (NSF, Science and Engineering Indicators 2002, chapitre 2).

D'autres variables telles que les charges familiales semblent également jouer un rôle. Nerad (1991) montrait ainsi qu'avoir des charges de famille augmentait la durée de la thèse mais de façon différente pour les hommes et pour les femmes, les femmes connaissant, dans de nombreuses disciplines scientifiques, une augmentation de la durée de la thèse supérieure à celle des hommes.¹⁹⁶

Enfin, les variables plus qualitatives ont parfois été mises en évidence dans les processus d'abandon en thèse. Dans le contexte français l'étude du phénomène ABD pourrait servir à comprendre pourquoi certains doctorants terminent leur doctorat alors que d'autres arrêtent de façon formelle leur thèse, et que d'autres encore « disparaissent » un beau jour de leur laboratoire sans plus d'explications. Quelques variables difficiles à tester, en dehors d'études qualitatives, qui sont susceptibles d'expliquer le taux d'abandon de la thèse concernent, outre les questions financières¹⁹⁷, le manque de relations avec le directeur de thèse ou les membres du laboratoire, l'isolement du thésard, ou bien encore l'insatisfaction générale avec le contenu du programme doctoral.

¹⁹⁶ En sciences sociales en revanche, la différence dans l'augmentation de la durée de la thèse n'est pas significativement différente entre hommes et femmes.

¹⁹⁷ Une présentation de Beatriz Chu Clewell lors d'un workshop sur “Graduate Student Attrition” organisé par la NSF en 1997 (<http://www.nsf.gov/sbe/srs/nsf98322/start.htm>) abordait la question des études qualitatives de façon intéressante. Elle montrait, à l'aide de résultats d'interviews, les avantages et inconvénients des différents financements tels que perçus par les doctorants eux-mêmes. Dans sa conclusion générale elle affirmait ainsi : “The qualitative component allows us to explore the quality of student experiences, specifically those of minority students. It tells us how the events and outcomes identified in the survey results are linked in time; it adds depth to the analysis; it helps us to cross-validate research findings I think almost everything we found in our qualitative component confirmed our survey findings – and it opens up the analysis to unexpected findings. The net result is not only more reliable research, but also research that is better geared to the development of future policy”

1.2.2. Taux d'abandon et la durée des thèses en France : des différences institutionnelles ou individuelles ?

Il s'agit ici de tenter de dénouer la complexité des facteurs susceptibles d'influencer abandon et durée des thèses.

Dans une première section introductive (1.2.2.1.), nous présentons les relations entre taux d'abandon, durées des thèses et financements par grandes disciplines à partir de quelques calculs effectués sur les données globales extraites des Rapports sur les Etudes Doctorales.

Faute de données individuelles pouvant être utilisées pour modéliser la durée des thèses et le taux d'abandon en thèse, nous devons ensuite procéder en deux étapes et avec deux sources de données différentes.

La première étape, à l'aide de la base de données Génération 98 du Céreq, va consister à tenter de comprendre les déterminants du taux d'abandon en thèse (1.2.2.2.).

La seconde étape, avec les données de l'enquête Irédu 2001, va permettre d'expliquer la durée des thèses (1.2.2.3.).

Enfin, la dernière section sera l'occasion d'étudier les mentions obtenues en thèse (1.2.2.4.).

1.2.2.1. Quelques éléments introductifs construits à partir des Rapports sur les Etudes Doctorales : taux abandon, durées et financements, quels liens ?

Deux graphiques instructifs permettent d'introduire la diversité des taux d'abandon et des durées de thèse entre sciences exactes et LSHS, groupes disciplinaires considérés globalement pour l'instant. Le premier graphique (Figure 33) présente le nombre de premières inscriptions en thèse de 1992 à 1999 en France. On retrouve l'évolution en bosse que nous avons déjà eu l'occasion de commenter précédemment¹⁹⁸ : à une période de croissance du nombre de premières inscriptions a succédé une période de déclin à partir du milieu des années 90. Le second graphique (Figure 34), qui présente l'évolution du nombre de diplômés de doctorat sur la même période, montre que le nombre de soutenances a eu tendance à suivre, avec un certain décalage, et un décalage qui semble différent entre ces deux grands groupes disciplinaires, le nombre de premières inscriptions en thèse. En rapprochant ces deux

¹⁹⁸ Cf. chapitre 1, Figure 17, p. 102.

graphiques – on a gardé les mêmes axes pour qu'ils soient plus explicites – on peut déjà se douter que taux d'abandon et durées des thèses sont très différents entre sciences exactes et LSHS. Les deux courbes suivent en effet une translation vers le bas du premier au second graphique, mais cette translation est d'une ampleur incomparable. La courbe qui se situe au-dessus sur le premier graphique – qui représente le nombre de premières inscriptions en LSHS – passe en dessous sur le second graphique – elle représente alors le nombre de soutenances effectives en LSHS. Ampleur de la translation et décalage dans le temps semblent donc indiquer que les sciences exactes sont caractérisées par des taux d'abandon en thèse peu élevés et des durées de thèses faibles par rapport aux LSHS.

Figure 33. Nombre de premières inscriptions en thèse (France, 1992-1999).

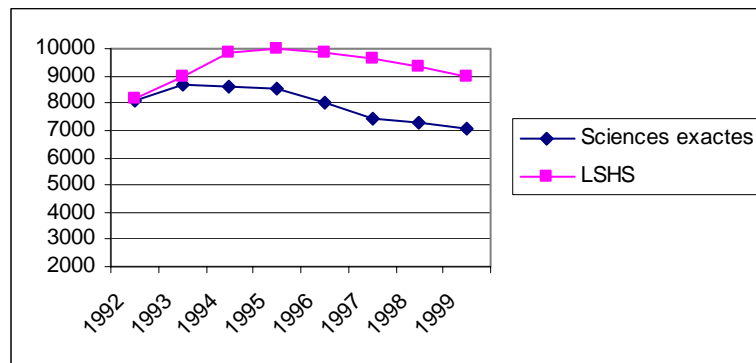
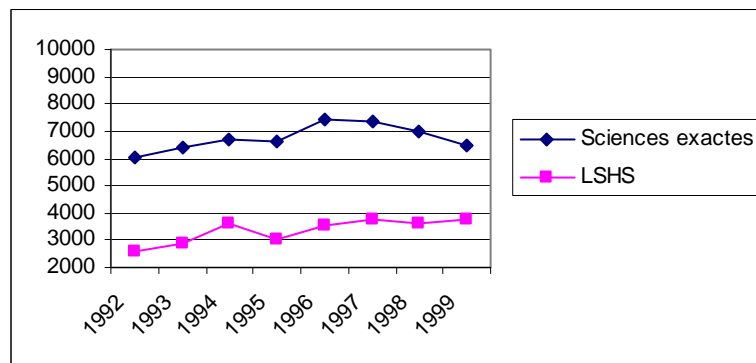


Figure 34. Nombre de soutenances de thèses (France, 1992-1999).

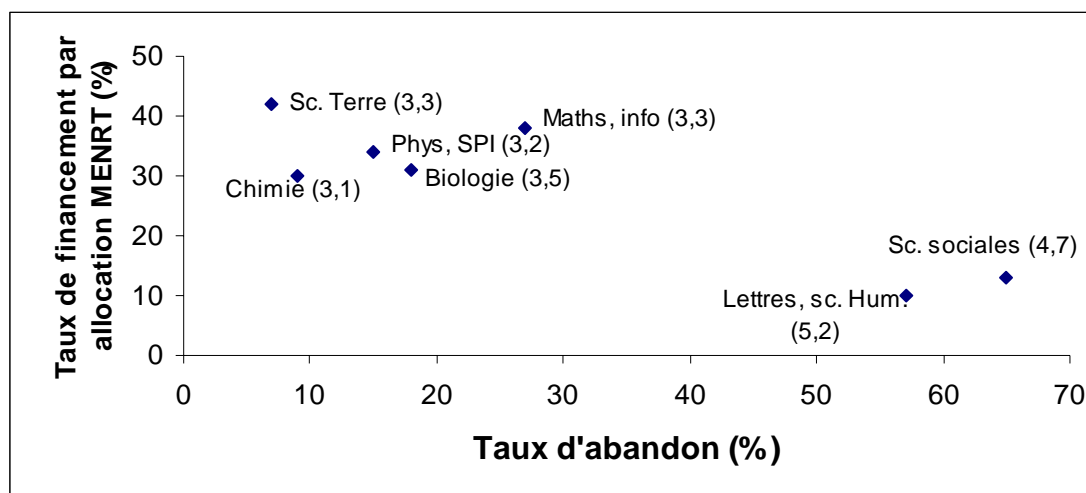


Source : Rapports sur les Etudes Doctorales.

Un troisième graphique instructif permet de spécifier davantage la diversité des taux d'abandon, des durées de thèse et des taux de financements par allocation du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche par disciplines détaillées, sans que des relations simples et univoques puissent en être déduites, puisque, comme nous venons de le voir, le

financement de la thèse n'est certainement qu'un des éléments explicatifs du taux d'abandon et de la durée des thèses. Ce graphique souligne la diversité des formes institutionnelles qui sous-tendent les disciplines scientifiques d'une part, et les lettres, sciences humaines et sociales d'autre part. Les premières sont caractérisées, comme on le pressentait, par des taux d'abandon en cours de thèse faibles (de 10 à 30 %), des durées moyennes de thèse également faibles (3-3,5 ans) et des taux de financement par allocation MENRT élevés (30-50 %). Les lettres et sciences humaines et les sciences sociales sont en revanche caractérisées par des taux d'abandon plus élevés (autour de 60%), des durées plus longues (autour de 5 ans) et des taux de financements par allocation plus faibles (autour de 10%). Cependant, même au sein de ces deux grandes catégories, des disparités demeurent. Nous nous intéresserons essentiellement ici au premier groupe, sans nous interdire de présenter quelques résultats pour le deuxième groupe si ces résultats fournissent des éléments servant à la compréhension des comportements des doctorants.

Figure 35. Taux d'abandon, durée moyenne des thèses et taux de financement par allocation MENRT par grande discipline



Source : Taux d'abandon, taux de financement par allocation du Ministère et, entre parenthèses, durées moyennes des thèses en année. Ces résultats proviennent de l'enquête rénovée du Ministère (enquête « Ecoles Doctorales » 1999-2000). Voir également Boulard et Méla (2002).

Pour aller légèrement plus loin avec les données du Ministère, il est possible de calculer des pseudo taux d'abandon en comparant le nombre de thèses financées par allocations et soutenues l'année t au nombre d'allocations attribuées l'année $t-3$ ou $t-4$ (selon la durée moyenne des thèses dans une discipline particulière). Le même calcul peut également être effectué pour les non allocataires (définis comme l'ensemble des thésards n'ayant pas

bénéficié de l'allocation du Ministère de la Recherche).¹⁹⁹ Le Tableau 33 présente les résultats du calcul de ces pseudo taux d'abandon et les odds-ratios correspondants. En sciences exactes, pour les thèses financées par allocation, on trouve alors des pseudo taux d'abandon qui s'échelonnent de 2,6% en sciences de la terre et de l'univers à 32,1% en mathématiques et informatique (en prenant 3 ans comme durée moyenne des thèses).

Tableau 33. Pseudo taux d'abandon des allocataires et des non allocataires par discipline (1999).

	Taux d'abandon, non allocataires	Taux d'abandon, allocataires	Odds ratio
Maths-informatique	29,9	32,1	0,90
Sciences de la vie et de la santé	22,5	12,8	1,98
Physique-SPI	20,7	7,8	3,08
Chimie et sciences des matériaux	21,3	3,9	6,67
Sciences de la terre et de l'univers	26,8	2,6	13,69
Sous total sciences exactes	22,8	12,2	2,13
Sciences humaines et humanités	56,7	69,6	0,57
Sciences sociales et de la société	68,0	58,7	1,49
Sous total LSHS	62,2	63,4	0,95
TOTAL	47,2	27,4	2,37

Source : Rapport sur les Etudes Doctorales 2000. Nos calculs. Les pseudo taux d'abandon des allocataires ont été calculés en rapportant le nombre de thèses financées par allocation du Ministère de la Recherche soutenues en 1999 au nombre d'allocations distribuées en 1996/95 (sciences exactes/LSHS). Les pseudo taux d'abandon des non allocataires ont été calculés en rapportant le nombre de thèses, non financées par allocation MENRT, soutenues en 1999 au nombre de premières inscriptions en thèse non financées par allocation MENRT en 1996/95 (sciences exactes/LSHS). Les odds ratios sont les ratios du rapport du taux d'abandon des non allocataires au taux de soutenance des non allocataires, au rapport du taux d'abandon des allocataires au taux de soutenance des allocataires.

Les taux d'abandon des non allocataires sont plus élevés que les taux d'abandon des allocataires dans toutes les disciplines scientifiques à l'exception des mathématiques-informatique. Pour l'ensemble des sciences exactes, les allocataires avaient un taux d'abandon de 12,2% contre 22,8% pour les non allocataires, ce qui donne un odds ratio de 2,13 ; les odds ratios des disciplines s'échelonnant de 0,90 en mathématiques-informatique à 13,69 en

¹⁹⁹ Il est bien évident que ces calculs posent de nombreux problèmes c'est pourquoi nous avons qualifié ces taux de pseudo taux d'abandon. En effet, on compare deux populations potentiellement différentes puisqu'il ne s'agit aucunement d'un suivi de cohortes. Par ailleurs, les non allocataires rassemblent bien ici les doctorants n'ayant pas bénéficié de l'allocation MENRT qu'ils aient ou non bénéficié d'un autre moyen de financement et quelque soit cet autre moyen de financement. Il est cependant probable que les taux d'abandon ne sont pas homogènes dans cette catégorie « non allocataires » et varient en fonction de la nature du financement. De même il est possible que la durée des thèses varie en fonction de la nature de ces financements et que cette variation induit un biais dans les résultats. Sans parler de la non exhaustivité des données du Rapport qui peut également poser problème (dossiers non ou mal remplis). Cependant, il nous est impossible de mieux faire avec les données

sciences de la terre et de l'univers. En LSHS, les taux d'abandon des allocataires et des non allocataires sont en revanche proches puisque, globalement, on y observe un odds ratio de 0,95. Dans les sciences humaines et de la société, les taux d'abandon sont même clairement à l'avantage des non allocataires.

1.2.2.2. Taux d'abandon en thèse : résultats à partir de l'enquête Génération 98 du Céreq

Les déterminants de la probabilité de ne pas terminer la thèse sont étudiés à l'aide de la base de données Génération 98 du Céreq, dont une présentation de l'échantillon et des premiers résultats est donnée dans une première section (A). Ensuite, nous modélisons la probabilité d'abandon en thèse (B). Enfin, nous étudions les raisons avancées par les doctorants pour justifier leur abandon en thèse (C).

A. Données utilisées et quelques statistiques descriptives

Nous allons travailler sur une population de 6929 diplômés et non diplômés de thèse, dont 1924 n'ont pas soutenu leur thèse²⁰⁰, dont quelques caractéristiques sont données dans le Tableau 34.

Ce tableau montre que 4124 individus ont poursuivi leurs études en sciences exactes et 2805 en SHS. 62 % des scientifiques sont du genre masculin contre 43 % pour les non scientifiques. Environ 50% des étudiants en thèse ont leur père qui appartient à la PCS cadre et profession intellectuelle supérieure, avec peu de différences entre filières.

45 % des scientifiques ont entrepris un DEUG et poursuivi un cursus universitaire après leur année de terminale, 7% un IUT, 11% ont fait une prépa et ont ensuite un cursus universitaire, 16% ont un diplôme d'ingénieur préparé à la suite d'une prépa, 11% sont ingénieurs (d'origine non prépa) et 10% ont suivi d'autres parcours d'études. Pour les non scientifiques, 67% ont un DEUG, 14% ont effectué une prépa et 19 % ont fait un cursus différent.²⁰¹

disponibles et on supposera donc que les pseudo taux d'abandon calculés sont une approximation des taux d'abandon effectifs.

²⁰⁰ Dans la tradition Céreqoise, il s'agit du nombre de diplômés pondérés, le nombre d'individus non pondérés étant inférieur à 2000 dans la base (1739 enregistrements utilisables exactement).

²⁰¹ Il existe des différences régionales. Cf. Perret (2003).

Tableau 34. Quelques caractéristiques de l'échantillon extrait de Génération 98.

	Sciences exactes	SHS	Ensemble
% enfant de père cadre	50	55	52
% hommes	62	43	54
Durée des études supérieure			
Ensemble	10,3	11,1	10,6
Doctorat obtenu	10,4	12,1	10,8
Doctorat non obtenu	9,7	10,2	10,1
Cursus			
DEUG et cursus universitaire	45	67	
IUT et cursus universitaire	7		
Prépa et cursus universitaire	11	14	
Prépa et école d'ingénieurs	16		
Non prépa et école d'ingénieurs	11		
Autres	10	19	
% ayant obtenu la thèse	88	49	73
Nombre d'observations (pondérées)	4124	2805	6929

Source : Génération 98, Céreq. Nos calculs.

Le taux d'abandon²⁰² en cours de thèse est globalement de 27% mais avec de grandes disparités entre filières scientifiques (12%) et filières non scientifiques (51%). Au sein de ces deux groupes des variations importantes sont également observées (cf. Tableau 35 et Tableau 36).²⁰³

Il existe peu de différences de genre. Ces taux sont respectivement de 25% et 31% pour les hommes et pour les femmes. Pour les scientifiques, le taux d'abandon est de 13% pour les hommes et de 9% pour les femmes. Pour les filières non scientifiques, les taux correspondants sont de 50% et 52% (effet de structure important par disciplines). L'origine sociale semble avoir peu d'influence sur le taux d'abandon (même au sein de chaque filière).

²⁰² L'enquête enseignement supérieur 1999 fournissait des taux d'abandon qui, semble-t-il, n'étaient pas exploitables (taux plus élevé dans les sciences dures que dans les sciences sociales).

²⁰³ Ces taux sont proches de ceux obtenus à l'aide de l'enquête du Ministère sur l'« ensemble » des docteurs (Boulard et Méla 2002) ou ceux calculés à l'aide d'enquêtes plus spécifiques, comme celle de l'université de Lille (Grivillers et Gugenheim 2002).

Tableau 35. Taux d'abandon en thèse, par disciplines détaillées, selon Génération 98 du Céreq (%).

Mathématiques	Informatique	Physique	Chimie	Mécanique, électronique, SPI	Sciences de la vie	LSH	Droit, science politique	Economie-gestion
23	31	7	6	17	9	59	51	37
12						51		

Source : Génération 98, Céreq. Nos calculs.

Il existe cependant quelques différences en fonction du parcours antérieur. Pour les filières scientifiques, les individus qui ont un cursus universitaire (DEUG) et ceux qui ont fait une école d'ingénieurs sans prépa abandonnent relativement moins (avec des taux respectifs d'abandon de 9% et 11%). Par contre, les étudiants qui ont tenté une prépa après la terminale (avec cursus universitaire par la suite) ont un taux d'abandon plus élevés (21%).

Pour les SHS, il semble exister une certaine différence entre les cursus DEUG et prépa (52 et 41% respectivement).

Tableau 36. Taux d'abandon en cours de thèse pour quelques sous-populations aux caractéristiques spécifiques (%).

	Sciences exactes	SHS	Total
Ensemble	12	51	28
Hommes	13	50	25
Femmes	9	52	31
Enfant de père cadre	13	53	30
Enfant de père non cadre	11	52	26
Selon le cursus universitaire :			
Deug et cursus universitaire	9	52	
IUT et cursus universitaire	13		
Prépa et cursus universitaire	21	41	
Prépa et école d'ingénieurs	15		
Non prépa et école d'ingénieurs	11		

Source : Génération 98, Céreq. Nos calculs.

B. Une analyse « objective » : modélisations sur données individuelles de la probabilité d'abandonner la thèse

La probabilité d'abandon en thèse est modélisée à l'aide du modèle suivant :

$$y_i^* = \beta' x_i + \varepsilon_i, \quad \varepsilon_i \sim N(0,1)$$

où y_i^* est une variable latente inobservable. La variable dépendante y_i , qui décrit l'abandon en thèse, est reliée à la variable latente comme suit :

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

$y_i = 1$ si le doctorant a abandonné sa thèse et $y_i = 0$ sinon. \mathbf{x}_i est le vecteur des variables explicatives et $\boldsymbol{\beta}$ le vecteur des paramètres à estimer.

Le log de la fonction de vraisemblance à maximiser est alors :

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}) = \sum_i [y_i \ln \Phi(\boldsymbol{\beta}' \mathbf{x}_i) + (1 - y_i) \ln(1 - \Phi(\boldsymbol{\beta}' \mathbf{x}_i))]$$

où $\Phi(\cdot)$ est la fonction de distribution normale.

Trois types de variables susceptibles d'expliquer la probabilité d'abandon en thèse ont été pris en compte dans le vecteur \mathbf{x}_i :

- La discipline du doctorat.
- Le parcours scolaire et universitaire.
- Un ensemble de caractéristiques socio-démographiques.

Nous proposons ici les résultats de plusieurs modèles différents.²⁰⁴ Les premiers pour l'ensemble de l'échantillon de docteurs et par discipline en séparant les sciences exactes des lettres, sciences humaines et sociales (Tableau 37 p. 156). Les seconds sur l'ensemble de l'échantillon par sexe (Tableau 38). Les derniers par disciplines (sciences vs. LSH) et par sexe (Tableau 39 et Tableau 40).

Il n'a pas été possible d'introduire dans les modèles des variables relatives aux conditions de thèse²⁰⁵, telles que les financements obtenus durant la thèse, faute d'information disponible. Or, comme nous l'avons souligné dans la section précédente, de telles variables semblent exercer un effet important sur la probabilité d'abandon en thèse. Reste à espérer que

²⁰⁴ Pour chaque modèle, de très nombreuses combinaisons de variables ont été systématiquement testées avant d'aboutir aux résultats présentés ici.

²⁰⁵ À l'exception d'une variable résumant la possession ou non d'un emploi régulier pendant la thèse.

la non prise en compte de ces variables n'affecte pas, d'une manière trop importante, les estimations fournies ici ; en particulier, on peut espérer que les variables prises en compte ici demeureraient malgré tout significatives et avec des effets marginaux relativement similaires, ce qui n'est aucunement garanti, suite à l'hypothétique introduction de variables relatives aux conditions de thèse.

Alors que la simple lecture de tableaux croisés semblait montrer que les femmes abandonnent davantage en thèse, les modèles présentés ici montrent au contraire que les femmes ont une probabilité légèrement inférieure d'abandonner la thèse, tout au moins dans les disciplines lettres et sciences humaines, une fois pris en compte l'ensemble des autres effets. Par ailleurs, comme nous allons le voir de façon détaillée par la suite, les variables explicatives de l'abandon en thèse sont relativement différentes selon le genre.

La discipline du doctorat est ici un des déterminants essentiels de la probabilité de ne pas terminer la thèse. Globalement, les doctorants en sciences exactes abandonnent beaucoup moins leur thèse que les doctorants en LSH. Mais au sein de chacun de ces deux grands groupes, des disparités demeurent selon les disciplines. Ainsi, les doctorants en physique et en chimie, et dans une moindre mesure ceux en sciences de la vie, abandonnent relativement moins fréquemment leur thèse que les doctorants en mathématiques, en sciences de la terre – cette dernière discipline constituant la référence dans le modèle – et surtout en informatique. Pour les LSHS, les doctorants en lettres, langues et littérature ont une très forte probabilité d'abandonner la thèse – accrue de près de 33% par rapport aux docteurs en sciences de la terre. Comparativement à ces thésards, les doctorants en économie, et dans une moindre mesure les doctorants en droit, abandonnent relativement moins fréquemment leur thèse.

Quelques différences intéressantes entre hommes et femmes apparaissent. C'est notamment le cas de la discipline informatique qui accroît la probabilité d'abandonner la thèse pour les hommes (et est sans effet pour les femmes). Il est probable que les hommes doctorants en informatique abandonnent leur thèse plus aisément pour rejoindre le secteur privé face à des offres intéressantes ; mais cette hypothèse mériterait d'être confirmée par l'analyse des emplois possédés.²⁰⁶ Par ailleurs les femmes en droit et en LSH semblent avoir une plus forte probabilité d'abandon en thèse que les hommes dans ces mêmes disciplines.

²⁰⁶ C'est une des formes de mobilité à laquelle il conviendrait de porter attention. La conférence ESRM 2004, « Early stage researcher mobility in Europe » organisée à Lisbonne les 25 et 26 février 2004 par la MCFA, Euroscience, Eurodoc et PI-Net, abordait quelque peu ce thème.

Une seule variable de conditions de thèse a pu être introduite dans le modèle : le fait d'avoir eu ou non un emploi régulier pendant la thèse. Cette variable a été construite à l'aide des variables relatives au dernier emploi régulier pendant les études déclaré par les individus, et des dates de ce dernier emploi. Une certaine incertitude demeure quant à savoir, d'une part, ce qu'est exactement cet « emploi régulier » pendant la thèse, et, d'autre part, si les dates prises en compte recouvrent exactement la période de thèse.²⁰⁷ Néanmoins, cette variable semble indiquer que les doctorants qui possèdent un emploi régulier pendant la thèse abandonnent plus fréquemment leur thèse que les autres, avec, respectivement, un accroissement marginal de la probabilité de 16 et 12% pour les LSHS et pour les sciences exactes. On constate néanmoins que ce n'est que pour les femmes en sciences que cette variable semble accroître la probabilité d'abandon puisque cette variable n'est pas significative pour les hommes, que ce soit en sciences ou en LSHS, et pour les femmes en LSHS.

Le parcours scolaire est ici appréhendé par le baccalauréat possédé et l'âge d'obtention du baccalauréat. L'obtention d'un bac scientifique diminue d'environ 14% la probabilité d'abandonner la thèse pour les thésards en LSHS, cette variable n'étant pas introduite dans le modèle relatif aux doctorants en sciences exactes puisque la plupart d'entre eux possèdent un bac scientifique. Il ne semble pas exister de différences significatives entre hommes et femmes sur ce point. Le fait d'avoir obtenu le bac avec retard – à 19 ans ou plus – accroît également la probabilité d'abandonner la thèse pour les LSH, mais est sans effet pour les doctorants en sciences exactes. Il n'y a pas de différences entre hommes et femmes sur cet aspect.²⁰⁸

Le parcours universitaire pré-doctoral est analysé à l'aide de l'origine universitaire des individus. La catégorisation – de cas mutuellement exclusifs – que nous avons déjà utilisée précédemment est reprise ici. Notons, avant toute chose, que ces variables sont assez peu significatives. Cependant, les doctorants en LSH qui sont diplômés d'une école de commerce semblent abandonner plus facilement leur thèse – avec une probabilité marginale de près de 35% –, toutes choses égales par ailleurs. Cet effet est particulièrement prononcé pour les femmes en LSHS. En revanche, les doctorants en LSHS avec un parcours universitaire

²⁰⁷ Nous ne possédons pas en effet les dates de début de thèse.

²⁰⁸ Dans le cas des femmes scientifiques, cette variable n'a pu être introduite pour cause de colinéarité.

(DEUG seulement) auraient une probabilité très légèrement inférieure d'abandonner la thèse ; mais cet effet n'est plus significatif lorsque hommes et femmes sont séparés.

Pour les scientifiques, le parcours universitaire avant le doctorat semble ne pas réellement affecter la probabilité d'abandonner la thèse, en dehors d'un léger effet positif (sur la probabilité d'abandonner la thèse) pour les individus ayant effectué une classe préparatoire aux grandes écoles et qui ont ensuite un parcours universitaire ; cet effet significatif ne persiste pas quand hommes et femmes sont distingués (Tableau 38 et Tableau 39).

Venons-en maintenant aux quelques variables socio-démographiques. L'âge exerce un certain effet sur la probabilité d'abandon en thèse. Un léger effet quadratique est en effet observé, les doctorants « jeunes » et « vieux » ayant une probabilité plus forte d'abandonner la thèse que les individus qui se situent aux âges intermédiaires. On peut calculer que, toutes choses égales par ailleurs, la probabilité d'abandon en thèse est la plus faible à l'âge théorique²⁰⁹ de 30,2 ans pour les doctorants en sciences et à 32,5 ans pour les LSH.

L'origine sociale des individus – appréhendée ici par la PCS du père – n'exerce pas d'effet sur la probabilité d'abandon en thèse.²¹⁰

Le statut familial des doctorants semble exercer un certain effet sur la probabilité de ne pas terminer la thèse. En effet, les doctorants en LSHS en couple au moment de l'enquête²¹¹ ont une probabilité accrue d'abandonner leur thèse. En séparant discipline et sexe, on constate néanmoins que cet effet n'est significatif que pour les femmes en LSHS avec un effet marginal de +13,6 %.

Enfin, si le doctorant en LSHS a eu un enfant durant la thèse²¹², il a également une plus forte probabilité de ne pas terminer sa thèse. Et cet effet est une nouvelle fois uniquement significatif pour les femmes en LSHS, avec une probabilité marginale de +25,6%.

²⁰⁹ Il s'agit de l'âge au moment de l'enquête.

²¹⁰ D'autres variables et d'autres combinaisons de variables ont été testées : PCS de la mère, PCS du conjoint... sans que ces variables apparaissent jamais significatives.

²¹¹ On peut considérer cette variable comme une approximation de la situation de ces individus au moment de la décision d'abandonner la thèse, même si, encore une fois, une certaine imprécision demeure.

²¹² Cette variable est construite à l'aide de la question relative aux dates de naissance des enfants.

Tableau 37. Probabilité d'abandon en thèse, ensemble de l'échantillon et par grandes disciplines (effets marginaux).

	Ensemble	LSHS	Sciences exactes
Constante	11.24*** (1.34)	15.20*** (2.53)	7.83*** (1.19)
Sexe féminin	-0.047** (0.023)	-0.035 (0.044)	-0.042** (0.020)
Discipline du doctorat :	0.069 (0.073)		0.020 (0.035)
mathématiques			
Physique	-0.172*** (0.067)		-0.105*** (0.029)
Chimie	-0.197*** (0.067)		-0.114*** (0.029)
Sciences de la vie	-0.069 (0.064)		-0.054** (0.028)
Mécanique, électronique	0.00012 (0.060)		
Informatique	0.164*** (0.0678)		0.082*** (0.029)
Lettres, langues, sciences humaines	0.330*** (0.060)		
Droit	0.234*** (0.063)	-0.136*** (0.050)	
Economie, gestion	0.144** (0.065)	-0.273*** (0.062)	
Emploi régulier pendant la thèse	0.154*** (0.048)	0.163** (0.083)	0.121*** (0.045)
Bac scientifique	-0.137*** (0.029)	-0.142*** (0.049)	
En retard au bac (19 ans et plus)	0.098*** (0.031)	0.199*** (0.059)	0.022 (0.028)
Parcours : CPGE seule			0.049* (0.026)
Ecole d'ingénieurs sans CPGE			0.036 (0.030)
Prépa + Ecole d'ingénieurs	-0.077* (0.044)		
Ecole de commerce	0.289*** (0.109)	0.357** (0.155)	
IUT			0.027 (0.032)
DEUG seul	-0.070*** (0.024)	-0.081* (0.050)	
Age	-0.736*** (0.091)	-0.948*** (0.169)	-0.537*** (0.0817)
Age au carré	0.0117*** (0.0015)	0.0146*** (0.0028)	0.0089*** (0.0013)
Père cadre, profession intellectuelle supérieure	0.026 (0.022)	0.017 (0.044)	0.019 (0.018)
En couple au moment de l'enquête	0.060*** (0.024)	0.129*** (0.479)	0.014 (0.019)
A eu un enfant pendant la thèse	0.064** (0.031)	0.112** (0.059)	0.010 (0.027)
ln L	-719.9	-361.9	-355.5
ln L0	-1014.8	-438.7	-419.1
Chi-deux	589.8***	153.7***	127.3***
Nombre d'observations	1739	634	1099

Source : Génération 98, Céreq. Notes : estimation ML de modèles probit. Effets marginaux avec erreurs-types entre parenthèses. *** significatif à 1%, ** significatif à 5%, * significatif à 10%.

Tableau 38. Probabilité d'abandon en thèse, ensemble de l'échantillon, par sexe (effets marginaux).

	Hommes	Femmes
Constante	10,082*** (1,800)	12,525*** (2,038)
Discipline du doctorat :		
mathématiques	-0,003 (0,085)	0,239* (0,145)
Physique	-0,162** (0,076)	-0,138 (0,141)
Chimie	-0,167** (0,077)	-0,194 (0,138)
Sciences de la vie	-0,177** (0,089)	0,074 (0,121)
Mécanique	-0,006 (0,068)	0,049 (0,129)
Informatique	0,181** (0,074)	0,089 (0,164)
LSH	0,295*** (0,071)	0,456*** (0,120)
Droit	0,152** (0,075)	0,401*** (0,125)
Economie	0,132* (0,079)	0,218* (0,127)
Age	-0,655*** (0,122)	-0,842*** (0,138)
Age au carré	0,010*** (0,002)	0,013*** (0,002)
Emploi régulier pendant la thèse	0,073 (0,069)	0,204*** (0,071)
En retard au bac	0,102*** (0,038)	0,089 (0,057)
Bac scientifique	-0,151*** (0,037)	-0,091* (0,047)
Père cadre	0,032 (0,029)	0,021 (0,036)
En couple	0,052* (0,031)	0,051 (0,038)
Un enfant pendant la thèse	-0,005 (0,040)	0,166*** (0,051)
Parcours : prépa + école d'ingénieur	-0,011 (0,049)	-0,038 (0,092)
Prépa seule	0,076* (0,044)	0,034 (0,053)
Ingénieur sans prépa	0,049 (0,060)	0,061 (0,084)
IUT	0,003 (0,057)	0,045 (0,092)
Ecole de commerce	0,296** (0,124)	0,503** (0,204)
ln L	-398,9	-307,8
ln L0	-549,3	-463,6
Chi-deux	300,6	311,6
Nombre d'observations	970	763

Source : Génération 98, Céreq. Notes : estimation ML de modèles probit. Effets marginaux avec erreurs-types entre parenthèses. *** significatif à 1%, ** significatif à 5%, * significatif à 10%.

Tableau 39. Probabilité d'abandon en thèse, sciences exactes, par sexe (effets marginaux).

	Hommes	Femmes
Constant	7,973*** (1,688)	6,760*** (1,588)
Discipline du doctorat :		
mathématiques	-0,008 (0,048)	0,077* (0,045)
Physique	-0,114*** (0,038)	-0,076* (0,043)
Chimie	-0,112*** (0,040)	-0,100** (0,040)
Sciences de la vie	-0,132*** (0,049)	-0,008 (0,032)
Informatique	0,107*** (0,037)	0,014 (0,055)
Age	-0,545*** (0,116)	-0,467*** (0,109)
Age au carré	0,009*** (0,002)	0,008*** (0,002)
Emploi régulier pendant la thèse	0,023 (0,070)	0,197*** (0,064)
En retard au bac	0,063* (0,036)	(1)
Père cadre	0,033 (0,025)	-0,002 (0,024)
En couple	0,028 (0,027)	-0,020 (0,027)
Un enfant pendant la thèse	-0,019 (0,038)	0,033 (0,034)
Parcours : prépa seule	0,050 (0,037)	0,057 (0,035)
Ingénieur sans CPGE	0,036 (0,042)	0,036 (0,036)
IUT	0,024 (0,041)	0,005 (0,059)
ln L	-241,6	-100,8
ln L0	-282,2	-134,2
Chi-deux	81,1	66,9
Nombre d'observations	680	419

Source : Génération 98, Céreq. Notes : estimation ML de modèles probit. Effets marginaux avec erreurs-types entre parenthèses. *** significatif à 1%, ** significatif à 5%, * significatif à 10%. (1) : variable omise car un problème de colinéarité rendait impossible la convergence de l'algorithme d'optimisation.

Tableau 40. Probabilité d'abandon en thèse, LSHS, par sexe (effets marginaux).

	Hommes	Femmes
Constant	18,320*** (4,640)	15,501*** (3,220)
Discipline du doctorat : droit	-0,217*** (0,078)	-0,073 (0,069)
Economie-gestion	-0,269*** (0,093)	-0,312*** (0,089)
Age	-1,128*** (0,306)	-0,985*** (0,218)
Age au carré	0,017*** (0,005)	0,015*** (0,004)
Emploi régulier pendant la thèse	0,169 (0,137)	0,147 (0,105)
En retard au bac	0,165** (0,081)	0,261*** (0,092)
Bac scientifique	-0,141* (0,075)	-0,132* (0,068)
Père cadre	0,000 (0,068)	0,033 (0,061)
En couple	0,090 (0,075)	0,136** (0,065)
Un enfant pendant la thèse	-0,043 (0,088)	0,256*** (0,085)
Parcours : école de commerce	0,171 (0,200)	0,640** (0,270)
DEUG seul	-0,115 (0,079)	-0,048 (0,067)
ln L	-157,7	-196,1
ln L0	-201	-237,5
Chi-deux	86,6	82,7
Nombre d'observations	290	344

Source : Génération 98, Céreq. Notes : estimation ML de modèles probit, enquête Génération 98. Effets marginaux avec erreurs-types entre parenthèses. *** significatif à 1%, ** significatif à 5%, * significatif à 10%.

C. Une analyse « subjective » : les raisons avancées par les individus eux-mêmes pour justifier leur abandon en thèse

L'analyse des raisons avancées pour justifier l'abandon en thèse peut fournir d'utiles indications quant à la situation des doctorants dans les disciplines concernées. Dans Génération 98, trois items étaient proposés aux individus pour répondre à cette question ; l'abandon peut ainsi être justifié par :

- La lassitude de faire des études.
- Des raisons financières.

- Le fait d'avoir trouvé un emploi.

La catégorisation des réponses par grandes disciplines est fournie dans le Tableau 41 suivant. La principale justification est donc d'ordre positif puisqu'elle concerne le fait d'avoir trouvé un emploi ; cette justification est fournie par 40% des individus. Les scientifiques avancent cette réponse un peu plus fréquemment que les non scientifiques.

La seconde justification, moins positive, concerne des raisons financières pour 30% des individus. La différence la plus importante ne se situe pas ici au niveau disciplinaire mais au niveau sexué, les femmes expliquant beaucoup plus fréquemment leur abandon par des raisons d'ordre financier.

Enfin, la troisième justification, qui concerne 23% des individus, et qui peut être interprétée comme une insatisfaction à l'égard du programme doctoral suivi, montre que les hommes justifient davantage que les femmes leur raison d'abandon par cette proposition un peu sibylline.

Tableau 41. Raisons d'abandon en thèse par grandes disciplines (%)

	Sciences		LSH		Droit-économie		Ensemble	
	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes
Est lassé de faire des études	24	13	19	19	33	28	25	21
Raisons financières	22	32	21	34	30	36	24	35
A trouvé un emploi	44	40	34	37	51	38	42	38

Source : Génération 98, Céreq. Nos calculs.

Pour mieux comprendre les raisons avancées pour justifier l'abandon en thèse, nous proposons quelques modélisations des probabilités de ces justifications. Nous avons essayé de modéliser chacune des trois probabilités à l'aide des variables explicatives classiques pour tenter de comprendre les déterminants de ces justifications d'abandon, avec assez peu de succès. C'est pourquoi nous ne présentons ici que les résultats liés à la modélisation de la probabilité d'avancer des raisons financières et la probabilité pour des raisons d'emploi.²¹³

²¹³ Les résultats se trouvent dans les tableaux Tableau 42 à Tableau 45, p. 163 et suivantes.

En effet, aucune des variables explicatives n'était significative dans les modèles à variable dépendante « lassitude de faire des études ».

Dans chaque tableau, nous présentons les résultats de l'estimation d'un modèle probit simple et d'un modèle probit bivarié avec sélection. En effet, la probabilité des raisons avancées pour justifier la décision d'abandon en thèse est uniquement observée pour les individus ayant effectivement abandonné leur thèse. Ceci peut induire un biais de sélection dans les coefficients estimés par probit simple. L'équation de sélection pour le modèle 2 comprend les variables classiques utilisées pour modéliser la probabilité d'abandon dans la section précédente.

Notons plus formellement y_{i2} la variable décrivant l'abandon en thèse : $y_{i2} = 1$ si l'individu a effectivement abandonné sa thèse, $y_{i2} = 0$ sinon. La règle de sélection implique que la variable y_{i1} , qui représente les raisons avancées (soient financières, soient d'emploi), est seulement observée quand $y_{i2} = 1$. Le modèle estimé est alors :

$$y_{i1}^* = \beta'_1 \mathbf{x}_{i1} + \varepsilon_{i1}$$

$$y_{i2}^* = \beta'_2 \mathbf{x}_{i2} + \varepsilon_{i2}$$

Ces deux variables latentes sont reliées aux données observables comme suit :

$$y_{i1} = \begin{cases} 1 & \text{si } y_{i1}^* > 0 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases} \quad \text{et} \quad y_{i2} = \begin{cases} 1 & \text{si } y_{i2}^* > 0 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

La règle de sélection implique que $(y_{i1}, \mathbf{x}_{i1})$ est seulement observé si $y_{i2} = 1$.

Les termes d'erreurs suivent une distribution normale bivariée :

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_{i1} \\ \varepsilon_{i2} \end{bmatrix} \sim N \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & \rho \\ \rho & 1 \end{bmatrix} \right)$$

Trois cas se présentent alors :

$$P(y_{i1} = 1, y_{i2} = 1) = F(\beta'_1 \mathbf{x}_{i1}, \beta'_2 \mathbf{x}_{i2}, \rho) \equiv F_i$$

$$P(y_{i1} = 0, y_{i2} = 1) = \Phi(\beta'_2 \mathbf{x}_{i2}) - F_i \equiv \Phi_i - F_i$$

$$P(y_{i2} = 0) \equiv 1 - \Phi_i$$

où $\Phi(\cdot)$ est la fonction de distribution normale (univariée) et $F(\cdot, \cdot; \rho)$ la fonction de distribution normale bivariée.

Les deux modèles probit pourraient être estimés séparément si la deuxième équation était parfaitement observée. Mais, si $\rho \neq 0$, les estimateurs ainsi obtenus seraient inefficaces et, comme nous l'avons souligné, il existerait un biais de sélection dans l'estimation de la première équation. En effet, le phénomène de sélection altère la distribution du terme d'erreurs de l'équation 1.²¹⁴ Il est donc nécessaire d'estimer simultanément les deux équations par la méthode du maximum de vraisemblance. En reprenant les expressions précédentes, le log de la fonction de vraisemblance à maximiser est ainsi :

$$\ln L(\beta_1, \beta_2, \rho) = \sum_i [y_{i1} y_{i2} \ln F_i + y_{i2} (1 - y_{i1}) \ln(\Phi_i - F_i) + (1 - y_{i2}) \ln(1 - \Phi_i)]$$

Il ne semble toutefois pas exister de biais de sélection car le coefficient de corrélation des termes d'erreur des deux équations est peu ou pas significativement différent de zéro. Notons enfin que contrairement aux modèles de la section précédente, les modèles estimés sont globalement assez peu significatifs.

Trois variables sont significatives. Le fait d'être diplômé d'une école d'ingénieur diminue la probabilité d'avancer des raisons financières pour justifier l'abandon.

Les titulaires d'un bac scientifique ont également une probabilité très légèrement inférieure et peu significative (ou pas significative dans le modèle avec sélection).

En revanche, les individus qui possédaient un emploi régulier durant leur thèse ont sans surprise une plus forte probabilité de justifier leur abandon par des raisons financières.

Il ne semble pas exister de réelles différences par disciplines qu'on introduise une simple variable dichotomique pour distinguer les sciences exactes des LSHS (Tableau 42 et Tableau 44) ou un ensemble de variables binaires pour chaque sous-discipline (Tableau 43 et Tableau 45).

²¹⁴ Butler (1996) dérive les conditions théoriques permettant une estimation de qualité. Il précise que : « The condition is essentially that most of the observations are uncensored, and uncensored observations are mostly successes or mostly failures ». Mais il remarque que des problèmes d'estimation peuvent persister : « if it is a population problem, it may block estimation of the censored probit model » (Butler, 1996, p.356).

Tableau 42. Justification de l'abandon en thèse : probabilité d'avancer des raisons financières (effets marginaux).

	Probit	Probit bivarié avec sélection
Constante	-0.175*** (0.522)	-3.039 (2.071)
Sexe féminin	0.052 (0.09)	0.063 (0.049)
Sciences exactes	0.065 (0.059)	0.014 (0.075)
Diplômé d'une école d'ingénieur	-0.244** (0.097)	-0.265*** (0.109)
Ecole de commerce	-0.003 (0.007)	0.023 (0.156)
BTS	-0.304 (0.196)	-0.311 (0.237)
DUT	-0.0124 (0.091)	0.063 (0.104)
Emploi régulier pendant la thèse	0.134** (0.068)	0.137* (0.074)
En retard au bac	0.082 (0.054)	0.071 (0.060)
Bac scientifique	-0.092* (0.051)	-0.087 (0.056)
Père cadre	-0.051 (0.042)	-0.051 (0.046)
En couple	0.008 (0.045)	0.006 (0.050)
A eu un enfant pendant la thèse	-0.018 (0.062)	-0.042 (0.073)
Rho		0.254 (0.165)
ln L	-271.3	-990.24
Nombre d'observations	472	1733

Source : Génération 98, Céreq. Notes : estimation ML d'un modèle probit et d'un modèle probit bivarié avec sélection. Effets marginaux avec erreurs-types entre parenthèses. L'équation de sélection n'est pas représentée ici. Néanmoins, elle reprend l'essentiel des variables explicatives des modèles modélisant la probabilité d'abandon en thèse. *** significatif à 1%, ** significatif à 5%, * significatif à 10%.

Tableau 43. Justification de l'abandon en thèse : probabilité d'avancer des raisons financières, ensemble de variables dichotomiques pour disciplines (effets marginaux).

	Probit	Probit bivarié avec sélection
Constante	-0,058 (0,138)	-1,598 (2,298)
Femme	0,052 (0,046)	0,060 (0,051)
Discipline : mathématiques	-0,365* (0,213)	-0,392 (0,258)
Physique	0,041 (0,183)	0,046 (0,214)
Chimie	0,087 (0,182)	0,085 (0,202)
Sciences de la vie	0,019 (0,165)	0,009 (0,184)
Mécanique, électronique, SPI	-0,078 (0,150)	-0,088 (0,168)
Informatique	-0,031 (0,159)	-0,046 (0,178)
LSH	-0,150 (0,136)	-0,175 (0,158)
Droit	-0,077 (0,140)	-0,091 (0,160)
Economie-gestion	-0,058 (0,147)	-0,063 (0,162)
Parcours : diplômé d'une école d'ingénieur	-0,272*** (0,100)	-0,282** (0,110)
Diplômé d'une école de commerce	-0,051 (0,144)	-0,034 (0,159)
BTS	-0,295 (0,195)	-0,303 (0,221)
DUT	-0,023 (0,092)	-0,015 (0,104)
Emploi régulier pendant la thèse	0,122* (0,069)	0,125* (0,073)
Bac avec retard	0,087 (0,054)	0,081 (0,060)
Bac scientifique	-0,099* (0,053)	-0,096* (0,058)
Père cadre	-0,045 (0,043)	-0,046 (0,046)
En couple	0,011 (0,045)	0,010 (0,050)
Un enfant pendant la thèse	-0,018 (0,063)	-0,031 (0,072)
InL	-266,7	-986,4
Rho		0,142(0,203)
Nombre d'observations	472	1733

Source : Génération 98, Céreq. Estimation ML de modèles probit et probit bivarié avec sélection. Effets marginaux avec erreurs-types entre parenthèses. L'équation de sélection n'est pas représentée ici. Néanmoins, elle reprend l'essentiel des variables explicatives des modèles modélisant la probabilité d'abandon en thèse. *** significatif à 1%, ** significatif à 5%, * significatif à 10%.

Tableau 44. Justification de l'abandon en thèse : probabilité « avoir trouvé un emploi » (effets marginaux).

	Probit	Probit bivarié avec sélection
Constante	-0,026 (0,058)	-3,476 (2,256)
Femme	-0,082* (0,048)	-0,076 (0,051)
Sciences exactes	-0,048 (0,063)	-0,118 (0,080)
Parcours : Diplômé d'une école d'ingénieur	-0,037 (0,089)	-0,036 (0,096)
Diplômé d'une école de commerce	-0,480** (0,207)	-0,466** (0,226)
BTS	0,108 (0,170)	0,134 (0,177)
DUT	-0,030 (0,097)	-0,018 (0,101)
Emploi régulier pendant la thèse	0,095 (0,077)	0,091 (0,082)
Bac avec retard	0,003 (0,060)	-0,018 (0,066)
Bac scientifique	0,068 (0,055)	0,085 (0,059)
Père cadre	-0,038 (0,047)	-0,035 (0,050)
En couple	-0,060 (0,049)	-0,066 (0,053)
Un enfant pendant la thèse	-0,038 (0,066)	-0,067 (0,073)
lnL	-309,89	-1028,4
Rho		0,274*(0,165)
Nombre d'observations	472	1733

Source : Génération 98, Céreq. Estimation ML de modèles probit et probit bivarié avec sélection. Effets marginaux avec erreurs-types entre parenthèses. L'équation de sélection n'est pas représentée ici. Néanmoins, elle reprend l'essentiel des variables explicatives des modèles modélisant la probabilité d'abandon en thèse. *** significatif à 1%, ** significatif à 5%, * significatif à 10%.

Tableau 45. Justification de l'abandon en thèse : probabilité « avoir trouvé un emploi », variables dichotomiques pour disciplines (effets marginaux).

	Probit	Probit bivarié avec sélection
Constante	-0,074 (0,148)	-2,472 (2,512)
Femme	-0,075 (0,050)	-0,069 (0,052)
Discipline : mathématiques	-0,100 (0,187)	-0,108 (0,201)
Physique	-0,005 (0,191)	0,003 (0,201)
Chimie	0,103 (0,196)	0,099 (0,217)
Sciences de la vie	-0,073 (0,183)	-0,091 (0,200)
Mécanique, électronique, SPI	0,169 (0,155)	0,159 (0,168)
Informatique	-0,108 (0,168)	-0,131 (0,180)
LSH	0,015 (0,145)	-0,011 (0,156)
Droit	0,076 (0,150)	0,063 (0,161)
Economie-gestion	0,136 (0,157)	0,138 (0,170)
Parcours : diplômé d'une école d'ingénieur	-0,077 (0,091)	-0,075 (0,099)
Diplômé d'une école de commerce	-0,539** (0,216)	-0,522** (0,237)
BTS	0,123 (0,169)	0,135 (0,165)
DUT	-0,077 (0,099)	-0,067 (0,099)
Emploi régulier pendant la thèse	0,094 (0,078)	0,093 (0,083)
Bac avec retard	-0,003 (0,061)	-0,018 (0,066)
Bac scientifique	0,066 (0,057)	0,079 (0,062)
Père cadre	-0,038 (0,047)	-0,037 (0,050)
En couple	-0,065 (0,050)	-0,069 (0,053)
Un enfant pendant la thèse	-0,022 (0,066)	-0,042 (0,073)
InL	-305,2	-1024,6
Rho		0,191(0,192)
Nombre d'observations	472	1733

Source : Génération 98, Céreq. Estimation ML de modèles probit et probit bivarié avec sélection. Effets marginaux avec erreurs-types entre parenthèses. L'équation de sélection n'est pas représentée ici. Néanmoins, elle reprend l'essentiel des variables explicatives des modèles modélisant la probabilité d'abandon en thèse. *** significatif à 1%, ** significatif à 5%, * significatif à 10%.

1.2.2.3. Comment expliquer la durée des thèses ? Résultats issus de l'enquête Irédu 2001

La thèse est une entreprise de longue haleine²¹⁵, semée d'embûches, qui prend, quand tout se déroule pour le mieux, trois, quatre ou cinq ans d'une vie. Si les difficultés rencontrées, un contexte particulier, ou l'ensemble des autres facteurs que nous avons mentionnés dans la section précédente, peuvent amener le thésard à abandonner sa thèse et à « passer à autre chose », différents problèmes sont également susceptibles de prolonger la durée des thèses au-delà d'un seuil jugé « normal ». Même dans les cas de thèses à durée plus conventionnelle, il existe une certaine variabilité dans les durées des thèses qu'il convient de comprendre pour, éventuellement, tenter de moduler cette durée dans le sens voulu.²¹⁶

Si les durées des thèses scientifiques apparaissent être relativement homogènes (A) il n'en demeure pas moins nécessaire d'examiner, à l'aide de modélisations, les variables susceptibles d'expliquer ces durées (B).

A. Les durées des thèses scientifiques sont relativement homogènes

Dans la base de données Irédu 2001, les durées des thèses semblent relativement homogènes : 59% des thèses ont une durée comprises entre 36 et 47 mois. Une répartition en trois classes est donnée par disciplines et par sexe dans le Tableau 46. Sous une différence hommes-femmes dans la durée de la thèse se cache en fait un effet de structure propre à la discipline. Les durées des thèses les plus longues se trouvent en effet dans les sciences de la vie, discipline dans laquelle les femmes sont relativement plus nombreuses. Les données extraites de notre base de données sont une nouvelle fois comparables à celles des autres sources statistiques. La répartition des durées de thèse selon l'enquête enseignement supérieur 1999 du Céreq est donnée, pour comparaisons, dans le Tableau 47.²¹⁷

²¹⁵ Et l'auteur qui écrit ces lignes en sait quelque chose...

²¹⁶ Au niveau international, le modèle qui semble s'imposer est celui de thèses à durée relativement brève (trois ou quatre ans). Elle peut néanmoins constituer, dans une certaine mesure, une variable d'ajustement pour l'offre de docteurs.

²¹⁷ Ce tableau montre également que les thèses en LSHS sont d'une durée bien supérieure.

Tableau 46. Répartition de la durée des thèses par disciplines (%).

	Inférieure à 36 mois	De 36 à 47 mois	48 mois ou plus
Physique et SPI	25	58	16
Chimie	15	74	11
Sciences de la vie	8	52	40
Mathématiques, informatique	19	62	19
Total	16	59	25

Source : enquête Irédu 2001.

Tableau 47. Répartition de la durée des thèses par grande discipline selon l'enquête Céreq 1999 (%).

	< 3 ans	3-4 ans	> 4 ans	> 5 ans
Sciences exactes	17	56	27	6
LSH	11	27	62	40
Droit-économie	12	28	60	30

Source : enquête Céreq 1999. Nos calculs. Attention, les trois premières colonnes font 100% alors que la dernière colonne est la proportion de thèse d'une durée supérieure à 5 ans.

Les individus sans financement ont une durée moyenne de la thèse de 45 mois, les individus avec un financement de 41 mois, ceux avec deux financements de 45 mois et ceux avec trois financements ou plus de 47 mois. Par type de financements, il est aisé de constater – nous n'avons pas recopié dans cette section les résultats qui ont déjà été présentés dans le Tableau 32 p. 140 – que les thésards ayant bénéficié de l'allocation de recherche et/ou du monitorat ont des durées moyennes de thèse identiques. Les boursiers CIFRE et ceux qui ont été vacataires de l'enseignement supérieur ont des durées de thèse très légèrement supérieure. Les durées de thèse particulièrement longues s'observent parmi les bénéficiaires d'allocation d'association ou de fondation ; on retrouve ici l'effet discipline, et l'impact des sciences de la vie essentiellement, puisque ces allocations concernent en majorité les individus possédant un doctorat dans ces disciplines.

Les données du Céreq confirment que les thèses financées par un financement « de recherche » sont en moyenne plus longues que les thèses sans financement ou à financement précaire ou que les thèses financées par un emploi d'enseignant dans le primaire ou le secondaire.²¹⁸

²¹⁸ Mais cette proposition n'est pas généralisable puisqu'elle n'est pas valable pour les juristes et les économistes sans financement ou à financement précaire.

Tableau 48. Durée médiane des thèses selon la nature du financement, par grande discipline, selon l'enquête Céreq 1999 (en mois).

	Sciences exactes	Droit-économie	LSH
Financement « de recherche »	41	51	50
Sans financement ou financement précaire	50	47	61
Enseignant primaire, secondaire	49	63	62

Source : enquête Céreq 1999. Nos calculs. La nomenclature des financements est celle que nous avons adoptée dans le Tableau 30 p. 138. Attention, en sciences exactes, la catégorie sans financement ou financement précaire concerne un effectif réduit qui rend l'estimation de la durée médiane incertaine.

En dehors de l'effet propre de la discipline, d'autres éléments peuvent être avancés pour expliquer la durée de la thèse. La possession du titre d'ingénieur semble réduire cette durée et ceci indépendamment de l'effet discipline. Toutes disciplines confondues, seulement 15% des docteurs ingénieurs ont une durée de thèse supérieure ou égale à 48 mois contre près de 30% des docteurs non ingénieurs ; quelque soit la discipline considérée, le fait d'être ingénieur réduit d'au moins 5 points de pourcentage la proportion de thèse à durée importante.

D'autres facteurs sont susceptibles d'affecter la durée de la thèse tels que les événements intimes ou familiaux. Nous possédons le statut matrimonial des individus en début de thèse, en fin de thèse et au moment de l'enquête, dont la répartition est donnée dans le Tableau 49. La mise en couple chez les hommes commence plus tard en général mais il semble qu'au début de la thèse ce retard masculin ait été comblé car nous n'observons pas de différence hommes-femmes dans la proportion d'individus vivant en couple.²¹⁹ On observe par ailleurs, sans surprise, une progression régulière de la proportion de personnes vivant en couple entre le début de la thèse et au moment de l'enquête.

Tableau 49. Proportion d'individus vivant en couple (%).

	Hommes	Femmes	Ensemble
En début de thèse	32	34	33
En fin de thèse	51	55	53
Au moment de l'enquête	71	69	70

Source : enquête Irédu 2001.

²¹⁹ Les statistiques démographiques de l'INSEE sur l'ensemble de la population française montrent qu'à 30 ans, 76% des femmes vivent en couple contre 69% des hommes, cette différence, qui existe pour tous les âges de 18 à 39 ans, s'explique par les écarts d'âge entre les conjoints. « Une femme sur deux a un conjoint qui a au moins deux ans de plus qu'elle, et une fois sur quatre cette différence d'âge dépasse quatre ans. » (Cassan, Mazuy, Clanché 2001 p. 2).

Le fait de vivre en couple au début de la thèse semble très légèrement augmenter la durée de la thèse. Nous avons créé une variable de « mise en ménage au cours de la thèse »²²⁰ qui ne semble pas influencer ou très légèrement, et plutôt dans un sens négatif, la durée de la thèse. Nous n'avons pas fait figurer les écarts-type des moyennes des durées. Toutefois, dans toutes les situations, la vie en couple diminue la dispersion des distributions des durées de thèse autour de leur valeur moyenne.

Tableau 50. Durées moyennes des thèses selon quelques caractéristiques familiales (en mois).

	Début de thèse		Fin de thèse		Mise en ménage	
	Couple	Célibat.	Couple	Célibat.	Oui	Non
Hommes	42.0	40.6	41.3	40.8	40.3	41.2
Femmes	44.0	43.1	44.3	42.4	43.4	43.5

Source : enquête Irédu 2001.

Il est également vraisemblable que l'environnement exerce un effet sur la durée de la thèse, en particulier l'environnement institutionnel. Les durées de thèse semblent varier en fonction du type d'institutions d'accueil du doctorant comme l'indique le Tableau 51, alors qu'il n'apparaît pas de différences significatives en fonction du lieu d'obtention du doctorat²²¹. Il semble exister un lien entre équipe d'accueil et durée de thèse, et ce lien ne reflète pas seulement le rôle spécifique de la discipline. La différence de durées de thèse entre laboratoires du CNRS – UMR, URA ou UPR – et laboratoires universitaires est la plus frappante.

Tableau 51. Durées de thèse en fonction de l'équipe d'accueil du doctorant (en mois).

	UMR	URA	Univ.	UPR	INRA	INSERM	CEA	Autre
Durée	41.1	43.0	45.4	41.7	41.5	44.1	39.3	42.4
Ecart-type	9.0	7.9	9.9	7.6	5.6	7.7	8.5	8.9

Source : enquête Irédu 2001.

²²⁰ Attention à l'interprétation de cette variable. Nous ne disposons pas de tous les événements ayant affecté la vie des individus au cours de la thèse mais simplement de deux points : au début et en fin de thèse. Notre variable « mise en couple » peut recouvrir différents épisodes de vie au statut bien différent : célibataire → vie en couple bien évidemment mais également des épisodes plus complexes (célibataire → mise en couple → séparation → remise en couple...).

²²¹ Nous n'avons donc pas reproduit le tableau des durées de thèse en fonction de l'université de préparation du doctorat.

La perception qu'ont les individus, durant leur thèse, des études doctorales ou des perspectives de carrière avec un doctorat est également susceptible d'exercer un effet sur la durée de la thèse. S'il est évident, mais également un peu fallacieux, de mesurer l'influence de ce type de variables « psychologiques » sur la probabilité d'abandon de la thèse – on ferait alors face à un sérieux problème de sélection qu'il conviendrait de traiter prudemment –, il est par contre plus raisonnable de mesurer l'effet de ces variables sur la durée de la thèse.

La durée de la thèse varie en fonction de l'emploi souhaité à l'issue de la thèse.²²² 26% des docteurs qui souhaitaient travailler dans la recherche publique ou universitaire sont restés en thèse 4 ans ou plus, contre seulement 16% des individus qui envisageaient une carrière dans la recherche privée. Deux explications peuvent être avancées. Les exigences de recrutement dans la recherche académique – en termes de publications par exemple – contraignent probablement un certain nombre de doctorants qui visent de tels emplois à prolonger leur thèse pour tenter de satisfaire au mieux à ces critères. La deuxième explication complémentaire est que, dans un contexte où le nombre de postes est limité, les thésards qui veulent faire carrière dans la recherche publique poursuivent leur thèse relativement plus longtemps dans l'attente hypothétique d'un poste. Avant même d'entreprendre un post-doc, il est probable qu'un phénomène de file d'attente exerce des effets sur la durée de la thèse. Par contre, 31% des docteurs qui déclarent ne pas avoir eu de préférences quant au secteur d'emploi envisagé à l'issue de la thèse ont effectué une thèse à durée importante. L'indécision relative dans laquelle se trouvent certains thésards, le fait de ne pas avoir de but réellement fixé en début de thèse quant à sa carrière professionnelle, semble donc allonger le plus la durée de la thèse. Notons enfin que 21% des docteurs qui se déclarent satisfaits avec leur emploi avaient passé plus de 4 ans en thèse contre 29% de ceux qui n'ont pas trouvé un emploi correspondant à leurs attentes.²²³

B. Des modélisations simples des durées de thèse

Pour modéliser la durée de la thèse nous précéons à l'estimation de modèles linéaires :

$$d_i = \beta' x_i + \varepsilon_i, \quad \varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$$

²²² Les résultats relatifs aux attentes en termes de carrières seront traités plus en détail dans le chapitre 4. Voir par exemple le Tableau 127 (et suivants, p. 429), et les commentaires associés, pour une présentation des carrières envisagées en début de thèse. Les problèmes posés par l'utilisation de telles variables y seront également évoqués.

²²³ Se reporter de nouveau au chapitre 4, par exemple Tableau 147 page 497.

où d_i est la durée de la thèse en mois, \mathbf{x}_i le vecteur des variables explicatives, $\boldsymbol{\beta}$ le vecteur des paramètres à estimer. Nous avons également testé des modèles prenant comme variable expliquée le log de la durée de thèse sans noter d'amélioration dans les estimations.

Nous ne possédons dans notre base que les étudiants ayant obtenu leur thèse. En toute rigueur il aurait fallu contrôler pour cet effet de sélection qui peut biaiser les résultats obtenus. Il ne nous est hélas pas possible de mesurer cet effet.²²⁴ On considérera donc l'impact des différentes variables sur la durée comme la seconde étape d'un processus de sélection ayant abouti à ne garder que les étudiants ayant effectivement réussi à venir à bout de leur thèse. De même, nous n'avons pas de données censurées. L'estimation de modèles de durée n'est donc pas justifiée et on peut se rabattre sur l'utilisation de modèles linéaires classiques.

La variance de d_i est relativement limitée. C'est pourquoi nous avons également procédé à l'estimation de modèles probit²²⁵ tels que :

$$d_i^* = \boldsymbol{\delta}' \mathbf{x}_i + u_i, \quad u_i \sim N(0,1)$$

$$d_i = \begin{cases} 1 & \text{si } d_i^* > d \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

où d est une constante arbitraire à choisir. Nous avons testé plusieurs seuils pour d et retenons ici le seuil de 39 mois, ce qui correspond à une durée de thèse de plus de 3 ans.²²⁶ Les résultats des estimations sont évidemment sensibles au choix de d . Néanmoins, au-delà d'un seuil de 40 mois et en deçà d'un seuil raisonnable (pour avoir suffisamment d'individus dans les deux catégories), le signe et la significativité des coefficients semblent relativement stables.

²²⁴ On ne fera ici pas exception à la remarque de Bowen et Rudenstine : « The practice has been (for understandable reasons) to concentrate on those students who actually earn doctorates, allowing those who drop out to disappear from sight » (Bowen et Rudenstine, 1992, p. 107). Golde (2000 p. 200) propose alors de faire réapparaître (« undisappearing ») ceux qui ont quitté les études doctorales sans obtenir de diplôme.

²²⁵ La fonction de vraisemblance relative à ce type de modèle a été présentée dans la section « B. Une analyse « objective » : modélisations sur données individuelles de la probabilité d'abandonner la thèse », p. 151.

²²⁶ En général la thèse débute en septembre-octobre N-3 et se termine en novembre-décembre N. Si elle se termine après 39 mois, cela signifie dans la majorité des cas que l'étudiant s'est inscrit au minimum 4 fois en thèse. Ce seuil est donc logiquement intéressant. Et il est apparu empiriquement que ce seuil semble fournir les résultats les plus satisfaisants. Des modèles multinomiaux ont également été testés sans qu'ils fournissent des résultats très convaincants ; le faible nombre d'individus ayant des thèses de longue durée, en sciences, est sans doute responsables de cela.

Pour chacun de ces modèles nous avons également procédé à des estimations séparées hommes-femmes.

Les résultats des modèles linéaires (Tableau 53 p. 177) montrent que les coefficients sont quelque peu différents entre hommes et femmes, bien que dans le modèle global la variable sexe ne soit pas significative ; dans d'autres modèles moins complets elle exerçait une influence légère.

Le titre d'ingénieur pour les hommes diminue la durée de la thèse mais est sans influence pour les femmes.

La discipline du doctorat joue également un rôle dans l'explication de la durée. Ce sont les docteurs en sciences de la vie qui ont une durée de thèse supérieure à la moyenne, ce qui est conforme aux données du Ministère présentées dans la Figure 35 (p. 147). Cette discipline augmente la durée de la thèse de trois mois environ, toutes choses égales par ailleurs. Les docteurs en sciences de la terre auraient également une durée très légèrement supérieure.²²⁷ Les chimistes²²⁸, les informaticiens, les mathématiciens et les physiciens auraient donc des durées de thèses plutôt plus faibles.

La nature du financement obtenu en thèse semble affecter la durée de la thèse de façon assez importante. Le fait de posséder une bourse Cifre ou une bourse d'une association et d'une fondation augmente la durée de la thèse de façon significative.²²⁹ Une bourse d'une collectivité locale a une influence négative sur la durée de la thèse ; ces bourses sont le plus souvent attribuées pour deux ans, ce qui peut inciter les docteurs titulaires de ces bourses à tenter de limiter la durée de leur thèse, ou caractérisent des individus n'ayant pas obtenu les financements les plus prestigieux, ce qui peut alors traduire une réelle motivation dans l'entreprise d'une thèse et favoriser ainsi la limitation dans le temps de la période de thèse. L'aspect financier est donc probablement un élément fort d'incitation à terminer la thèse dans les délais impartis par le financement, faute de quoi le doctorant risque d'avoir des difficultés à trouver un financement additionnel lui permettant de terminer sa thèse dans de bonnes conditions. Les autres variables de financement n'exercent pas d'influence significative.

²²⁷ Mais cette variable est uniquement significative et au seuil de 10% dans le modèle global.

²²⁸ Le modèle probit montre que les chimistes ont des durées de thèses plus faibles, au moins les hommes.

²²⁹ Et cela indépendamment du rôle de la discipline puisque celui-ci est pris en compte par l'inclusion des variables dichotomiques. Néanmoins, comme nous avons déjà eu l'occasion de le souligner, il existe une certaine corrélation entre la variable « sciences de la vie » et la variable « bourse d'une association ou d'une fondation ».

Ainsi, le fait de n'avoir eu aucun financement ou un financement très précaire – par CDD dans le privé etc. – n'a pas d'effet ; d'une part les étudiants qui se lancent dans une thèse sans financement sont très rares en sciences et, même remarque que précédemment, ceux qui le font ont certainement une motivation les incitant à ne pas prolonger leur thèse trop longtemps. Une autre explication plausible à l'absence d'effet ou à la présence d'un effet négatif sur la durée de la thèse de ces financements « moins traditionnels » réside dans le problème de sélection que nous avons mentionné ci-dessus. Pour le dire plus crûment : si on n'observe pas des durées de thèse plus longues pour les individus à financement précaire, c'est peut-être tout simplement que ceux-ci l'ont abandonnée au vu des difficultés qu'ils rencontraient.²³⁰

Le fait d'avoir eu des activités d'enseignement durant la thèse – soit par l'intermédiaire du statut de moniteur, soit par des vacances dans l'enseignement supérieur – n'a pas d'influence significative sur la durée de la thèse.

Si le docteur était rattaché à un laboratoire universitaire cela augmente sa durée de thèse, mais pour les femmes uniquement ; néanmoins, dans d'autres modèles, cette variable était parfois significative. Les effets des autres statuts des laboratoires de rattachement n'étaient pas significatifs ou étaient trop liés de la discipline de thèse.

Nous avons tenté d'introduire des variables d'âge au bac ou d'âge en début de thèse – et également les âges correspondants au carré – dans les modèles. Ces variables étaient parfois significatives. Néanmoins, comme les âges sont très resserrés autour de leurs valeurs moyennes, le contenu informationnel de telles variables discrètes au nombre limité de modalités est peu important ; il n'est alors pas surprenant que la significativité des coefficients correspondants ne soit jamais apparue élevée. Néanmoins, dans quelques modèles un effet quadratique significatif de l'âge en début de thèse pouvait être observé. Nous avons donc finalement construit deux variables dichotomiques pour traduire un effet d'âge en début de thèse. Une variable « jeune » qui caractérise les individus ayant 23 ans ou moins en début de thèse, et une variable « vieux » qui correspond aux individus ayant plus de 26 ans en début de thèse. Disons avec prudence²³¹ que les doctorants « jeunes » et « vieux » en début de thèse sont plus susceptibles d'avoir une durée de thèse supérieure à la moyenne, par rapport aux individus qui sont dans la norme ; on retrouve ainsi un effet de l'âge sur la durée similaire à celui observé sur le taux d'abandon.

²³⁰ D'où l'intérêt de posséder des données permettant de traiter durée et abandon simultanément.

Nous avons également tenté de prendre en compte l'effet de la durée des études avant la thèse sur la durée de thèse avec une variable dichotomique correspondant aux individus ayant effectué des études supérieures avant la thèse particulièrement longues (supérieures à 6 ans). L'effet de cette variable est positif, mais pour les femmes uniquement.²³²

D'autres modèles ont été estimés avec d'autres variables « objectives » telles que le nombre de publications ou le nombre de conférences effectuées durant la thèse. Ces variables n'avaient pas d'effet significatif. Les variables de statut familial n'étaient pas non plus significatives. Le fait de vivre en couple en début de thèse ou de se mettre en couple durant la thèse n'exerçait pas davantage d'effet. Toutes ces variables n'ont donc pas été retenues dans les modèles présentés ici.

Les variables de carrières exercent une influence significative sur la durée de thèse. Les individus de sexe masculin qui envisageaient une carrière dans la recherche publique et, de façon plus importante encore, ceux qui ne savaient pas exactement dans quel secteur ils souhaitaient travailler au début de la thèse ont une durée de thèse significativement plus élevée que les docteurs qui souhaitaient effectuer une carrière dans la recherche privée.²³³ Ces variables ne sont par contre pas significatives pour les femmes.

L'estimation des modèles probit confirme globalement les résultats des modèles linéaires. Il s'agit ici de modéliser la probabilité que la durée de thèse égale ou dépasse 40 mois. Les effets marginaux (calculés à la valeur moyenne de l'échantillon) sont présentés dans le Tableau 54. Notons que ces modèles sont tous les trois globalement satisfaisants²³⁴. A titre d'exemple, la matrice des valeurs actuelles et prévues pour le modèle global est fournie dans le Tableau 52.

²³¹ Les coefficients de ces deux variables sont peu élevés et peu significatifs surtout pour les femmes.

²³² L'effet du service national est peut être responsable de cela pour les hommes.

²³³ On retrouve les résultats issus des statistiques descriptives présentés page 171.

²³⁴ $(2\ln L - 2\ln L_0)$ qui suit une chi-deux et permet un test de $H_0 : \beta = 0$ sauf la constante est toujours significatif à 1%). Le modèle estimé sur l'échantillon féminin est cependant toujours plus satisfaisant que le modèle estimé sur l'échantillon masculin.

Tableau 52. Matrice des valeurs effectives et prévues par le modèle probit global du Tableau 54.

Réalizations	Prévisions		Total
	0	1	
0	305	32	337
1	100	63	163
Total	405	95	500

Source : enquête Irédu 2001.

Soulignons simplement quelques différences par rapport à l'estimation des modèles linéaires. La probabilité que la durée de thèse dépasse 40 mois est globalement – hommes et femmes confondus – augmentée pour les titulaires de doctorat en sciences de la terre et en sciences de la vie (de respectivement 22% et 14%²³⁵). Pour les hommes, on constate que cette probabilité est moindre pour les docteurs en chimie (-19%). Pour les femmes, cette probabilité est accrue pour les titulaires d'un doctorat en sciences de la terre, en sciences de la vie et en chimie.²³⁶ L'introduction de la variable âge en continu – et de son carré qui n'était pas significatif ; nous l'avons donc ôté – montre que les femmes qui sont relativement plus âgées en début de thèse vont également avoir une durée de thèse supérieure. Les autres coefficients exercent des effets très similaires à ceux obtenus lors de l'estimation des modèles linéaires. Pour les financements de thèse, on retrouve par exemple le résultat que les titulaires d'un financement d'une collectivité locale ont des thèses plus courtes alors que ceux qui avaient obtenu un financement d'une association ou d'une fondation ont des durées de thèses relativement plus importantes.²³⁷ Les vecteurs des variables explicatives sont une nouvelle fois relativement différents entre hommes et femmes. En particulier, l'effet des perspectives de carrières est prononcé, mais seulement pour les hommes.

²³⁵ La significativité de ces deux variables est cependant limitée au seuil de 10%.

²³⁶ De près de 50% pour chacune de ces disciplines.

²³⁷ On se rappellera qu'on mesure ici la probabilité que la thèse dépasse ou égale la durée de 40 mois. Pour éviter trop de lourdeur je n'ai cependant pas réécrit l'interprétation en termes de probabilité qui, en toute rigueur, aurait été nécessaire.

Tableau 53. Durée des thèses : modèles linéaires.

	Hommes	Femmes	Ensemble
Constante	38.5*** (2.3)	36.3*** (2.87)	37.5*** (1.8)
Sexe : masculin			-0.3 (0.77)
Ingénieur	-2.6** (1.07)	0.9 (1.30)	-1.1 (0.83)
Discipline : Physique	0.5 (1.64)	-0.2 (2.46)	0.1 (1.36)
Chimie	-1.7 (1.68)	0.7 (2.95)	-0.8 (1.4)
Sciences de la terre	5.2 (3.56)	2.0 (2.95)	3.5* (2.17)
Sciences de la vie	2.6** (1.33)	3.8* (2.28)	3.1** (1.35)
Financement : bourse	5.7**	-1.5	3.3***
Cifre	(1.9)	(2.3)	(1.24)
Bourse association- fondation	3.4** (1.9)	6.0*** (1.35)	5.7*** (1.16)
Bourse collectivité locale	-4.5** (2.36)	-0.1 (2.02)	-2.6* (1.55)
Labo universitaire	2.1 (2.07)	6.5*** (1.92)	4.1*** (1.44)
Age en début de thèse :	2.7	-0.1	1.6
23 ans ou moins	(1.8)	(1.70)	(1.24)
Plus de 26 ans	2.8* (1.48)	0.16 (1.90)	1.7 (1.18)
Etudes supérieures > 6 ans avant la thèse	-1.0 (1.4)	2.8** (1.24)	0.7 (0.92)
Carrière : recherche publique	2.4** (1.19)	1.5 (1.49)	2.1** (0.93)
Ne savait pas exactement	5.2*** (1.58)	-0.2 (1.74)	3.2*** (1.19)
R2	0.20	0.25	0.18
Nombre d'observations	292	190	482

Source : estimations de modèles linéaires sur la durée de la thèse à partir de l'enquête Irédu 2001. Référence pour la discipline : informatique et mathématiques. Coefficients avec erreurs-types entre parenthèses. * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

Tableau 54. Durée des thèses : modèles probit, effets marginaux.

	Hommes	Femmes	Ensemble
Constante	-0.50 (0.38)	-2.76*** (0.86)	0.98** (0.35)
Sexe : masculin			-0.47 (0.48)
Ingénieur	-0.16*** (0.060)	0.035 (0.10)	-0.10** (0.053)
Discipline : physique	-0.081 (0.084)	0.18 (0.24)	-0.063 (0.084)
Chimie	-0.19** (0.091)	0.44* (0.24)	-0.072 (0.089)
Sciences de la terre	0.14 (0.16)	0.56** (0.26)	0.22* (0.12)
Sciences de la vie	0.076 (0.086)	0.53** (0.22)	0.14* (0.08)
Financement : bourse	0.20**	-0.20	0.11
Cifre	(0.08)	(0.19)	(0.076)
Bourse association- fondation	0.17* (0.098)	0.42*** (0.10)	0.32*** (0.07)
Bourse collectivité locale	-0.32** (0.16)	-0.030 (0.14)	-0.15* (0.09)
Labo universitaire	0.087 (0.10)	0.39** (0.14)	0.19** (0.08)
Age en début de thèse	0.0086 (0.015)	0.083*** (0.033)	0.023* (0.014)
Carrière : recherche publique	0.12* (0.071)	0.086 (0.11)	0.10*** (0.06)
Ne savait pas exactement	0.31*** (0.084)	0.11 (0.13)	0.21*** (0.073)
ln L	-147.44	-103.41	-265.84
ln L0	-176.22	-133.23	-315.65
Chi-deux	57.6***	59.6***	99.6***
Nombre d'observations	292	190	482

Source : enquête Irédu 2001. Estimations ML de modèles probit. Variable dépendante : probabilité que la durée de la thèse égale ou dépasse 40 mois. Effets marginaux avec erreurs-types entre parenthèses. * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

1.2.2.4. Un point critique de la transition thèse-emploi ? La soutenance : analyse des mentions obtenues

Dans notre échantillon, 55% des docteurs ont obtenu la mention « très honorable avec les félicitations du jury », 43% la mention « très honorable » et 2% « honorable ». Il est évidemment très difficile de prétendre vouloir modéliser l'attribution de la mention au doctorat. D'autant plus que de nombreuses universités ont maintenant supprimé la mention

« très honorable avec les félicitations du jury ». Dans les modèles probit suivants²³⁸ (Tableau 55 p. 182), nous modélisons malgré tout la probabilité d’avoir obtenu la mention « très honorable avec les félicitations » en intégrant dans tous les modèles des variables dichotomiques pour prendre en compte cet effet université (20 modalités différentes).²³⁹ Une fois pris en compte ce biais, nous intégrons différentes variables pour tenter d’expliquer la mention obtenue.

Le modèle 1 tient compte de la discipline du doctorat, du financement de la thèse, du laboratoire de rattachement et de la durée de la thèse. La variable sexe n’a jamais été significative et n’a donc pas été retenue. La variable ingénieur a par contre été conservée bien qu’elle ne soit pas toujours significative. L’orientation de la thèse qui semblait avoir une influence – dans le sens où les thèses fondamentales obtenaient de meilleures mentions – dans des modèles avec peu de variables n’était en fait plus significative dans des modèles plus complets. Cette variable n’a donc pas été conservée.

Le modèle 2 prend en compte, en plus des variables du modèle 1, les efforts de recherche effectués durant la thèse. Le nombre de publications et le nombre de conférences ont été introduits ainsi que la nature de la collaboration dans les publications.

Le modèle 3 tient compte en outre de la carrière envisagée par le docteur en début de thèse ainsi que de la perception qu’il a de l’aide du laboratoire dans son insertion d’après thèse.

Les sciences de la vie semblent être la discipline où la probabilité d’obtenir la mention la plus favorable est la plus élevée. Suivie par la chimie et les sciences de la terre (mais la variable est peu significative dans les modèles 2 et 3). L’informatique – la référence – est donc la discipline dans laquelle la probabilité d’obtenir une telle mention est la plus faible.

²³⁸ Des modèles similaires ont déjà été utilisés précédemment. Voir section « B. Une analyse « objective » : modélisations sur données individuelles de la probabilité d’abandonner la thèse » (p. 151), pour une présentation de leur fonctionnement.

²³⁹ Cette méthode risque cependant d’introduire de nouveaux biais. En effet, ces variables dichotomiques vont capter deux effets : un effet « suppression de la mention félicitations du jury » propre, qu’on veut effectivement éliminer, mais également un effet « établissement » qui fait qu’une université va attribuer un nombre plus ou moins grand de mentions indépendamment de toute autre chose. Plus compliqué encore, il est probable que cet effet établissement rassemble un ensemble d’autres effets impossibles à isoler en eux-mêmes (telle que la répartition disciplinaire des doctorats attribués).

Les allocataires-moniteurs²⁴⁰ et dans une moindre mesure les allocataires²⁴¹ – cette variable est en outre peu ou pas significative dans les modèles 2 et 3 – ont une probabilité plus élevée d'obtenir la meilleure mention. Les autres variables de financement sont peu ou pas significatives à l'exception de la « bourse d'une association, fondation », allocation, qui, rappelons-le une nouvelle fois, est attribué essentiellement à des docteurs en sciences de la vie.

Si le laboratoire auquel était rattaché le thésard était un laboratoire INSERM alors la probabilité qu'il obtienne les félicitations du jury est fortement accrue, toutes choses égales par ailleurs. Il en est de même s'il appartenait à une unité universitaire. Les autres variables – URA, UMR, UPR... – n'étaient pas significatives et n'ont donc pas été retenues.

Il semble exister un léger effet quadratique dans la durée de la thèse. Bien que dans ces trois modèles le terme au carré ne soit pas significatif, nous l'avons conservé (dans d'autres modèles ce terme était significatif). La durée théorique optimale pour obtenir la mention la plus favorable serait alors, toutes choses égales par ailleurs, de 67-70 mois²⁴², ce qui paraît assez élevé même s'il s'agit, ne l'oublions pas, de la durée théorique qui offre la probabilité d'avoir les félicitations du jury la plus élevée. Néanmoins, la chose la plus intéressante à retenir est que jusqu'à un certain seuil l'accroissement de la durée de la thèse peut favoriser l'obtention de la mention la plus favorable alors qu'au-delà de ce seuil, la prolongation de la thèse réduit cette probabilité.

Dans le modèle 2, seul le nombre de conférences accroît la probabilité d'obtenir les félicitations du jury. Le nombre de publications n'a jamais été significatif. La probabilité marginale d'obtention de la mention la plus élevée est, selon le modèle utilisé, de 3,9 % ou 4,2 % par conférence.

Nous avons également introduit de façon systématique l'ensemble des variables dichotomiques traduisant toutes les combinaisons de collaboration possible dans l'activité de

²⁴⁰ Les probabilités marginales – très significatives – s'échelonnent de 0,25 à 0,29 selon les modèles estimés. Les allocataires-moniteurs jouent donc selon ce critère, une nouvelle fois, le rôle d'« élite » de la formation doctorale française.

²⁴¹ Les probabilités marginales – moins significatives que dans le cas des allocataires-moniteurs – vont de 0,09 à 0,13.

²⁴² La durée de la thèse introduite sans son carré offre un visage différent puisque le coefficient de cette variable est alors négatif (probabilité marginale autour de -0.011) et très significatif.

publications décrites par les individus.²⁴³ Par élimination progressive²⁴⁴ des variables non significatives, seules les variables qui sont présentées dans les modèles 2 et 3 étaient significatives à 10%. Le rôle du directeur de thèse semble être assez important pour augmenter la probabilité d'obtention de la mention la plus élevée.²⁴⁵

Enfin, si l'individu envisageait une carrière dans le secteur privé – modèle 3 – cela réduit ses chances d'obtenir les félicitations du jury ; la variable indiquant que les individus ne savaient pas exactement ce qu'ils voulaient faire en début de thèse n'avait pas d'effet significatif. Par ailleurs nous avons également placé une variable qui décrit la perception qu'a l'individu quant à l'aide qu'il a reçue de son laboratoire de thèse lors de son insertion professionnelle. Cette variable peut éventuellement être interprétée comme une indication de la qualité d'intégration de l'individu dans son laboratoire de thèse. Cette variable a un effet positif.²⁴⁶

²⁴³ Les activités de collaboration seront décrites avec plus de précisions dans le chapitre 4, chapitre auquel nous nous permettons de renvoyer le lecteur.

²⁴⁴ Mais sans utiliser les procédures de sélection automatique des variables qui donnent en général des résultats qui ne sont pas très satisfaisants. Comme à l'accoutumée, cette sélection a été effectuée à la main, pas à pas.

²⁴⁵ Cependant, la multiplicité des réponses possibles rend difficile l'interprétation de ces effets qui sont à considérer avec précaution.

²⁴⁶ Mais il conviendrait de s'interroger sur le sens de la causalité...

Tableau 55. Probabilité d'obtention des félicitations du jury (effets marginaux).

	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3
Constante	0.68 (0.45)	0.43 (0.46)	0.48 (0.47)
Ingénieur	0.09 (0.063)	0.12** (0.065)	0.11* (0.067)
Discipline : physique	0.22** (0.108)	0.18* (0.108)	0.21** (0.109)
Chimie	0.42*** (0.109)	0.37*** (0.112)	0.41*** (0.116)
Sciences de la terre	0.41*** (0.15)	0.32** (0.161)	0.28* (0.169)
Sciences de la vie	0.51*** (0.10)	0.51*** (0.113)	0.52*** (0.113)
Mathématiques	0.23 (0.19)	0.35* (0.191)	0.33* (0.198)
Financement : allocataire	0.13*** (0.065)	0.10* (0.064)	0.089 (0.068)
Allocataire-moniteur	0.28*** (0.082)	0.29*** (0.088)	0.25*** (0.088)
Bourse d'un autre organisme public	0.13* (0.081)	0.11 (0.081)	0.12 (0.084)
Bourse d'une association, fondation	0.18** (0.091)	0.20** (0.092)	0.22*** (0.093)
Bourse d'une collectivité locale	0.20* (0.119)	0.21** (0.124)	0.21* (0.123)
Laboratoire : INSERM	0.31*** (0.119)	0.33*** (0.118)	0.32*** (0.117)
Universitaire	0.25** (0.109)	0.28*** (0.118)	0.33*** (0.118)
Durée de la thèse (mois)	-0.036** (0.018)	-0.035** (0.019)	-0.0387** (0.0194)
Durée de la thèse au carré	0.00026 (0.00018)	0.00025 (0.00019)	0.000288 (0.000198)
Nombre de conférences durant la thèse		0.042*** (0.0111)	0.039*** (0.011)
A publié avec son directeur de thèse		0.23*** (0.085)	0.25*** (0.086)
Avec directeur et chercheurs d'autres labo		0.18** (0.090)	0.19** (0.091)
Avec directeur et chercheurs secteur privé		0.33** (0.179)	0.32* (0.180)
Seul et avec directeur de thèse		-0.76*** (0.275)	-0.79*** (0.275)
Envisageait une carrière dans recherche privée			-0.11** (0.062)
Considère que le labo a aidé pour insertion			0.14*** (0.054)
Contrôle pour l'université d'attribution du doctorat	Oui	Oui	Oui
ln L	-272.6	-255.4	-249.8
ln L0	-330.4	-330.3	-330.4
Chi-deux	115.6***	149.8***	161.06***
Nombre d'observations	482	482	482

Source : Irédu 2001. Estimations de modèles probit. Effets marginaux avec erreurs-types entre parenthèses. Significativité des coefficients : * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

Section II. Une combinaison complexe de variables explique la dynamique d’insertion des docteurs

L’accès à l’emploi des docteurs passe par une série de transitions qu’il convient d’examiner avec précision. La réalisation d’une thèse est un processus long et fastidieux – comme nous l’avons démontré dans la première section – au cours duquel le thésard apprend son métier de chercheur. Le statut spécifique des doctorants – toujours étudiant, mais également jeune chercheur ou plus sûrement chercheur en devenir, parfois enseignant – se poursuit le plus souvent aujourd’hui une fois devenu docteur, puisqu’il est assez rare que l’accès à un emploi de chercheur ou d’enseignant-chercheur « traditionnel » soit immédiat après la soutenance. Différentes phases peuvent alors se succéder dont la période de post-doctorat est sans doute la plus spécifique et la plus notable.

Nous allons tenter de comprendre les mécanismes de l’insertion des docteurs à l’aide des trois sources de données françaises à notre disposition : les données « macro » du Ministère, les données individuelles du Céreq et celles de l’enquête que nous avons conduite à l’Irédu en 2001.

Dans un premier temps (2.1.), le rôle du post-doctorat dans l’insertion est examiné. Le post-doc est en effet un élément spécifique de la transition des docteurs sur le marché du travail qui introduit une ou plusieurs étapes supplémentaires avant l’accès à un emploi de chercheur « titulaire ». Le post-doctorat se distingue donc des emplois à durée déterminée au sens traditionnel du terme par plusieurs aspects qu’il conviendra d’examiner précisément. En revanche, les emplois post-docs se rapprochent – on verra dans quelle mesure et selon quelles modalités – de ce que nous qualifierons par la suite d’emplois du secteur « intermédiaire » du marché du travail scientifique. Les caractéristiques des post-doctorants et la compréhension de la décision d’entreprendre un post-doctorat seront étudiées à cette occasion. On s’interrogera également sur les déterminants de la mobilité internationale en post-doctorat. La mobilité internationale en post-doc est en effet un phénomène important dans le cadre de l’internationalisation croissante de la science. Nous verrons notamment à cette occasion, à l’aide des données Irédu (2001), mais également à l’aide des résultats de différentes études américaines et à l’aide de quelques traitements statistiques sur données américaines, que d’importantes différences sexuées existent au niveau de la mobilité internationale des chercheurs. Cela nous permettra également de différencier davantage les « vrais » emplois

post-doctoraux d'emplois qui sont plus proches, de par certaines de leurs caractéristiques, du secteur « intermédiaire »..

Ensuite (2.2.), les emplois post-« post-doctorat », qui sont le plus souvent des emplois de chercheurs, mais pas seulement, seront décrits et des modélisations de l'accès à ces emplois seront présentées. Sous le terme générique de chercheur se cache une diversité de situations. Nous proposerons donc une typologie des emplois de chercheurs, en combinant un ensemble de caractéristiques de ces emplois, en trois catégories : les enseignants-chercheurs à l'université et les chercheurs des grands organismes de recherche publique, les chercheurs et ingénieurs de recherche du secteur privé et les chercheurs du secteur « intermédiaire ». On tentera alors de dénouer la complexité des facteurs affectant l'insertion et en particulier de surmonter les difficultés posées par la période post-doctorale, les variables de « productivité » en thèse et le monitorat d'initiation à l'enseignement supérieur. On étudiera également spécifiquement les différences existantes au niveau de l'insertion entre disciplines.

2.1. Une transition thèse-emploi parfois difficile : le rôle du post-doc

Il n'existe pas de définition officielle du post-doctorat.²⁴⁷ Cette section aurait pu être sous-titrée « à la recherche de la définition perdue (ou jamais trouvée) du post-doctorat ».

Nous avons trouvé une première définition du post-doc chez Berelson (1962) :

« Those [...] who are not on the regular faculty and who are not degree candidates. ». (Berelson (1962, p. 120).

Cette définition traduit bien le statut ambigu des post-doctorants dans le système scientifique et technologique – ni étudiant, ni chercheur titulaire – et semble pour partie être toujours d'actualité.

La définition, plus actuelle, donnée par la National Science Foundation et utilisée dans l'enquête *Survey of Doctorate Recipients*, vient malgré tout utilement compléter celle de Berelson pour cerner plus précisément ce qu'est un post-doc :

²⁴⁷ Certains instituts nationaux de statistiques seraient en train de travailler sur la question. On attend les résultats de leurs travaux.

“Postdoc is a temporary position awarded in academe, industry, or government primarily for gaining additional education and training in research” (National Science Foundation 2002, p. 15).

Pour préciser encore davantage les choses, deux caractéristiques génériques communes, ou communément acceptées, des post-docs peuvent être relevées²⁴⁸ :

- Ce sont des situations temporaires qui, dans la majorité des cas, ne se prolongent pas indéfiniment. Même si les post-docs peuvent s’enchaîner les uns à la suite des autres pour un même docteur, chaque post-doc est à durée limitée.
- Les post-doc favorisent l’apprentissage du métier de chercheur :
 - Ils sont à la source d’une production scientifique, qui, dans le meilleur des cas, sera valorisable sur le marché académique.
 - Ils permettent d’acquérir de l’autonomie, de l’expérience à travers l’acquisition de nouvelles compétences (transférables dans un nouvel environnement, dans le secteur académique mais pas seulement).
 - Ils favorisent souvent la découverte d’un nouvel environnement, culturel et/ou linguistique, à travers un nouveau lieu et des nouvelles conditions de travail.

D’autres définitions viennent enrichir ou préciser telle ou telle caractéristique ou adapte la définition de la NSF à un champ disciplinaire spécifique. Citons ainsi, dans une discipline qui comporte de très nombreux post-doctorants, la définition de la *Federation of American Societies for Experimental Biology* (FASEB) :

- “The appointee was recently awarded a Ph.D. or equivalent doctorate in an appropriate field.
- The appointment is temporary.
- The appointment involves substantially full-time research or scholarship.
- The appointment is viewed as preparatory for a full-time academic and/or research career.
- The appointment may be part of a clinical training program, if research training under the supervision of a mentor is a primary purpose of the appointment.

²⁴⁸ Ces quelques points résument ce qu’est le plus souvent un post-doc ou ce qu’il devrait être pour favoriser l’insertion ultérieure des post-doctorants. Un relatif accord sur la question a été trouvé lors d’un colloque organisé par l’association belge pour la science « Objectif Recherche » (Focus Research) à Bruxelles en décembre 2002.

- The appointee works under the supervision of a scholar or a department in a university or similar research institution (e.g. national laboratory, NIH, etc.).
- The appointee is expected to publish the results of his or her research, or scholarship during the period of the appointment, in consultation with his or her mentor.”

(Définition donnée par Heather Rieff in CPST 2002, p. 38).

Cette définition met davantage l'accent sur l'idée de supervision des travaux du post-doctorant par un directeur de recherche que les précédentes. Cela illustre bien le fait que la question de l'autonomie réelle des post-doctorants est au centre de nombreux débats.

Le statut ambigu des post-doctorants souligné par ces définitions n'est pas sans poser des difficultés pour les docteurs qui entreprennent des post-docs. Parmi les préoccupations principales figurent la durée croissante passée en post-doc avant l'obtention (hypothétique) d'un poste de chercheur permanent, le statut précaire des post-doctorants – et cette précarité ne tient pas seulement à la nature du contrat de travail à durée déterminée mais plus généralement au manque de reconnaissance par les laboratoires qui les emploient ou à la non existence officielle des post-doctorants sur les campus universitaires –, et les revenus modestes qui leur sont parfois offerts.²⁴⁹

Ces préoccupations illustrent bien la situation des post-doctorants dans de nombreux pays. Nous allons développer, dans une brève sous-section (2.1.1.), les conditions d'emploi des post-doctorants aux Etats-Unis, en nous intéressant prioritairement, à l'aide des rares données disponibles, à la situation des post-doctorants français sur le territoire américain. Cette sous-section nous permet d'introduire la nature spécifique des emplois post-doctoraux dans ce pays emblématique du point de vue de l'attraction qu'il exerce sur les scientifiques au niveau mondial.

La distinction entre emplois à durée déterminée et post-doctorat est précisée dans la section 2.1.2. où des données de base, issues de plusieurs sources de données, sur la situation des docteurs français sur le marché du travail après la thèse sont fournies. Ces paragraphes offrent alors l'illustration de la difficulté d'étudier les situations post-doctorales à l'aide des enquêtes traditionnelles d'insertion.

²⁴⁹ De nombreux articles ont été consacrés à la situation préoccupante des post-docs dans les revues scientifiques telles que *Science et Nature*. *Science* a d'ailleurs consacré un dossier spécial sur ce sujet (daté du 30 septembre 1999). Voir par exemple : Magner (1998), Nerad et Cerny (1999), Balter et Normile (1999), Schneider (2000)

C'est pourquoi la section 2.1.3. reviendra, à l'aide de l'enquête Irédu 2001, sur les caractéristiques des post-doctorants français, notamment en termes de durées, de conditions d'emploi, d'accès à ces emplois et d'activité de R&D. On verra qu'à la proportion élevée de post-doctorats dans certaines disciplines – le post-doc comme « passage obligé » – correspond une diversité non moins importante de situations vécues par les post-doctorants français.

Enfin, la section 2.1.4. tentera de dénouer la complexité des facteurs explicatifs de la probabilité d'entreprendre un post-doctorat et des différentes probabilités de la localisation du post-doctorat. Comprendre la mobilité internationale en post-doctorat semble en particulier important dans le contexte d'internationalisation croissante des économies. Il est probable, et cela sera vérifié à l'aide d'estimations sur données Irédu (2001) mais également avec quelques calculs à partir des données de la NSF, qu'il existe des différences sexuelles importantes au niveau des déterminants de la mobilité internationale en post-doctorat. Les variables explicatives utilisées montreront alors qu'au-delà de la diversité des post-docs, émerge une typification des post-docs qui s'inscrit dans la dynamique de la transition des individus sur le marché du travail, et que les post-doctorats se rapprochent plus ou moins, selon leurs caractéristiques, des emplois du secteur « intermédiaire ».

2.1.1. La situation des post-doctorants (français) aux États-Unis

Dans le chapitre 1 nous avons souligné qu'aux États-Unis, le nombre de post-doctorants a fortement augmenté depuis quarante ans, tant en niveau absolu (Figure 11 p. 92), qu'en part relative dans l'emploi doctoral académique total (Figure 12 p. 93) ; cette progression relative est plus particulièrement importante pour les docteurs récemment diplômés (Figure 13 p. 94). Des critiques et un certain activisme des post-doctorants se sont manifestés au cours des dernières années aux USA ce qui laisse à penser qu'au-delà de cette augmentation du nombre de post-doctorants, d'autres transformations ont été à l'œuvre dans une période récente.

Regets (1998) montrait, pour les États-Unis, que plus de 40% des docteurs en sciences et sciences sociales²⁵⁰ diplômés en 1993-94 avaient effectué au moins un post-doc alors que ce n'était le cas que de 25% des diplômés dans les années 60. Par grandes disciplines, le taux

²⁵⁰ Rappelons que le champ « science and engineering » de la NSF regroupe l'ensemble des sciences exactes et des sciences sociales. Elle ne prend en revanche pas en compte les sciences humaines (langues, lettres, arts, éducation...).

de post-docs entre ces deux dates serait ainsi passé de 51 à 72% en sciences de la vie²⁵¹, de 50 à 69% en physique et de 12 à 31% en sciences pour l'ingénieur.

La durée passée en post-doc a également augmenté depuis les années 60. La durée médiane en post-doc est ainsi passée de 20 mois dans les années 60 à 29 mois au milieu des années 90. Une augmentation particulièrement importante est observée en sciences de la vie puisque la durée médiane correspondante serait passée de 24 à 46 mois. Nerad et Cerny (1999), dans une étude sur les post-doctorants aux États-Unis, trouvent que la durée moyenne passée en post-doc est de 3,8 ans pour les biochimistes, contre 2,5 ans pour les mathématiciens et 1,6 ans pour les informaticiens.

L'*Association of American Universities*, dans un rapport de 1998, avançait des recommandations pour éviter certaines dérives concernant l'emploi des post-docs, telles que la limitation de la durée en post-doc, la satisfaction d'exigences de couverture sociale et médicale minimales, ou encore des recommandations quant à la gestion et l'administration des post-doctorants par les universités.²⁵² Les définitions du post-doctorat données précédemment mettent d'ailleurs souvent l'accent sur la durée des post-doctorats, durée qui doit être limitée dans le temps. La FASEB insistait ainsi sur ce point à la suite de la définition du post-doc qu'elle donnait (et que nous avons reprise ci-dessus) qui comportait pourtant déjà clairement cette indication :

“FASEB thought it was important to indicate that this position was temporary and that people should not stay in postdocs for indefinite periods of time.” (Heather Rieff in CPST 2002, p. 38).

17,7% des post-doctorants américains interrogés en 1997 par la National Science Foundation (National Science Board 2000, p. 3-21) expliquaient leur choix d'effectuer un postdoc par la non disponibilité d'un autre emploi. Cette proportion varie selon la discipline : 13,5% pour les biologistes, 19,1% pour les physiciens, 25,3% pour les chimistes et 29,3% pour les docteurs en sciences de la terre. Les autres raisons avancées concernaient la volonté

²⁵¹ Un rapport du National Research Council notait également que “In 1995, as many as 38% of the life-science Ph.D.s – 5–6 years after receipt of their doctorates – still held postdoctoral positions or other nonfaculty jobs in universities, were employed part-time, worked outside the sciences or were among the steady 1–2% unemployed” (National Research Council, 1998, p.4).

²⁵² Dans le chapitre 4 nous donnons quelques indications sur les rémunérations moyennes, somme toute modestes, des post-doctorants aux États-Unis (cf. section « 2.2.2. L'influence de la localisation : les post-doctorants aux États-Unis gagnent 50% de plus que les post-doctorants restés en France », p. 448).

d'augmenter ces compétences dans son champ disciplinaire (20%) ou hors de son champ disciplinaire (13,3%), ou bien encore pour augmenter leurs perspectives d'emploi (23,7%).

Concernant les post-docs français présents aux États-Unis, une enquête menée par Terrouane (1997, p. 43) montre que les raisons principalement avancées pour la réalisation d'un post-doc aux États-Unis concernent le manque d'opportunités d'emplois en France (58%), la nécessité de réaliser un post-doc pour obtenir un emploi dans la recherche (56%), l'apprentissage de l'anglais (49%) ou sur conseil du directeur de recherche (35%). Néanmoins, en dehors des enquêtes menées par le bureau du CNRS à Washington et des statistiques globales de la NSF²⁵³, la situation des post-doctorants français est relativement mal connue.

2.1.2. Emplois temporaires, post-doc et emplois à durée indéterminée en France

La situation des docteurs sur le marché du travail peut être appréhendée à l'aide de plusieurs sources de données. Les données du Ministère extraites du Rapport sur les Etudes Doctorales 2000 permettent ainsi d'analyser la situation des docteurs en 1999 approximativement deux ans après la soutenance. A partir de cette source sur l'ensemble de la population des docteurs sortis en 1997, deux constats majeurs peuvent être faits (Tableau 56). Un tiers des docteurs actifs dont la situation est connue ont des postes temporaires dans le secteur de la recherche publique et universitaire (post-doc, ATER...). Cette proportion de post-doctorats (au sens large) varie fortement d'une discipline à l'autre ; elle est particulièrement élevée en sciences de la terre et en sciences de la vie.

²⁵³ Ce constat rejoint celui de Blondel (2003) sur la nécessité de construction de nouveaux indicateurs pour mesurer la « fuite des cerveaux ». A notre avis, ces indicateurs devraient également être complétés par des enquêtes spécifiques menées auprès des docteurs français à l'étranger, même si ces enquêtes sont difficiles et coûteuses à mettre en œuvre.

Tableau 56. Situations des docteurs deux ans après la soutenance (1999).

	Nombre		Actifs 1999	En % des actifs				
	Thèses soutenues en 1997	Situation inconnue 1999		Recherche publique ou univ, permanent	Recherche publique, temporaire	Secteur privé	Autres emplois	Chômage
Maths, inform.	846	137	705	35.9	22.1	29.8	10.1	2.1
Physique, ingén.	2583	361	2216	27.3	24.0	39.8	6.8	2.2
Sc. de la terre	425	33	391	21.2	39.4	20.7	12.0	6.6
Chimie	1041	82	956	17.1	32.6	35.4	5.8	9.2
Sciences de la vie	2045	174	1868	17.2	45.9	15.5	16.8	4.6
Sous total	6940	787	6136	23.2	32.8	29.3	10.4	4.3
Lettres & sc. hum	1815	596	1214	34.9	9.3	10.3	38.4	7.1
Sciences sociales	1353	391	942	41.1	10.6	17.8	23.1	7.3
Total	10108	1774	8311	26.8	26.8	25.2	16.1	5.1

Source: Rapport sur les Etudes Doctorales (2000). Nos calculs. Notes: trois premières colonnes : nombre de thèses soutenues à l'exclusion des docteurs étrangers retournés dans leur pays d'origine (qui représentaient 8% des docteurs en 1997), nombre d'individus dont la situation n'a pu être déterminée en 1999 et nombre d'actifs en 1999.

Les données du Céreq confirment la présence importante d'emplois à durée limitée, non seulement pour le premier emploi décrit par les docteurs, mais également pour l'emploi actuel, environ trois ans après la fin de la thèse. La proportion d'emplois temporaires est ainsi particulièrement élevée pour les docteurs par rapport aux diplômés d'écoles de commerce et d'ingénieurs, et dans une moindre mesure, par rapport aux titulaires d'un DEA ou d'un DESS (Béret, Giret et Recotillet 2002).

A partir de l'enquête Génération 98 du Céreq, en reprenant la distinction introduite par Moguérou, Murdoch et Paul (2002) entre individus titulaires de thèse et individus ayant abandonné en cours de thèse, et en regroupant la nature des emplois selon la PCS par grandes catégories, on constate que les emplois à durée limitée se trouvent majoritairement dans la recherche publique et parmi les emplois « sous-qualifiés » (Tableau 57). Pour les docteurs scientifiques, la proportion d'emplois à durée limitée parmi les emplois de chercheurs du secteur public est respectivement de 55% et 42% pour le premier emploi et pour l'emploi trois ans après la soutenance.

Tableau 57. Proportion d'emplois à durée déterminée selon la nature de l'emploi, la discipline et l'obtention ou non de la thèse (en %).

	Sciences		LSH	
	Thèse obtenue	Non obtenue	Thèse obtenue	Non obtenue
Premier emploi				
Enseignant du supérieur	34	--	24	--
Chercheur public	55	--	27	--
Chercheur privé	24	4	--	--
Cadre secteur public ou privé	18	11	29	18
Enseignant du secondaire	22	19	21	35
Emplois « sous-qualifiés »	48	59	50	34
Ensemble	32	19	28	27
Emploi trois ans après la soutenance				
Enseignant du supérieur	14	--	11	--
Chercheur public	42	--	28	--
Chercheur privé	11	0	--	--
Cadre secteur public ou privé	11	3	22	9
Enseignant du secondaire	20	19	13	29
Emplois « sous-qualifiés »	43	30	38	28
Ensemble	20	9	18	19

Source : Génération 98, Céreq. Nos calculs. Regroupement des emplois par les PCS. -- moins de 3% des individus se trouvent dans la PCS considérée : la proportion d'emplois précaires n'est donc pas présentée car elle serait non significative. Pour plus de précisions voir également Mogueérou, Murdoch et Paul (2002).

La décomposition par grandes disciplines montre la présence particulièrement importante d'emplois temporaires dans les sciences de la vie, de la terre et de l'univers, et, de façon moins importante, en chimie, tant pour le premier emploi, que pour l'emploi actuel (Tableau 58). Or c'est également dans ces disciplines que la proportion d'emplois de chercheurs ou d'enseignants-chercheurs est particulièrement élevée.

Tableau 58. Proportion d'emplois à durée limitée par discipline (en %).

	Premier emploi	Emploi 3 ans après la soutenance
Mathématiques	27	12
Physique	25	15
Chimie	34	26
Sciences de la terre et de l'univers	43	36
Sciences de la vie	48	31
Mécanique, électronique, SPI	22	8
Informatique	18	4
Droit	25	10
Économie et gestion	18	7
Lettres et sciences humaines	35	30

Source : Génération 98, Céreq. Nos calculs.

La part importante d'emplois à durée limitée pour le premier emploi, et dans une moindre mesure, pour l'emploi trois ans après la soutenance, laisse soupçonner qu'une proportion importante de ces emplois à durée limitée correspond à des post-doctorats. Les données du Céreq de 1999 sur les sortants de 1996, dont le questionnaire comportait des questions spécifiques relatives au post-doctorat, confirment ces résultats.

Plus d'un docteur sur deux a effectué au moins un post-doc en sciences de la vie, contre seulement 7 et 13 % en droit-économie et en LSH. Il existe assez peu de différences entre hommes et femmes dans les départs en post-doc (Tableau 59).

Tableau 59. Proportion de docteurs ayant effectué au moins un post-doc (en %).

	Hommes	Femmes	Ensemble
Maths-physique	31	28	30
Chimie	40	37	38
Mécanique, électronique, SPI, informatique	14	16	15
Sciences de la terre	33	27	31
Sciences de la vie	52	59	56
Droit, économie	5	9	7
LSH	11	15	13
Ensemble	27	31	28

Source : enquête Céreq 1999. Nos calculs.

2.1.3. Caractéristiques des post-doctorants français

Les enquêtes classiques d'insertion fournissent donc des premiers éléments de connaissance sur la situation des post-doctorants. Cependant, à l'exception des enquêtes qui comportent des questions spécifiques à ce sujet, le statut et les conditions d'emploi particuliers des post-doctorants sont difficilement appréhendés à l'exception du caractère temporaire des emplois. C'est pourquoi nous faisons appel aux résultats de l'enquête Irédu 2001 pour tenter de mieux cerner cette population au profil particulier.

Globalement, 59% des docteurs de l'échantillon Irédu 2001 ont effectué un post-doctorat à l'issue de leur thèse et 21% deux post-doctorats (Tableau 60). Le post-doc est très courant en sciences de la vie puisque quatre docteurs sur cinq ont réalisé un post-doc dans ces disciplines. Dans les autres champs scientifiques, le post-doc concerne entre un tiers et la moitié des docteurs.

Le premier post-doc est effectués à l'étranger à 62% contre 43% pour le second post-doc. Le pays qui accueille le plus de post-doctorants français est sans conteste les États-Unis puisque 30% des docteurs y ont effectué leur premier post-doc. Viennent ensuite le Japon (9%), la Grande-Bretagne (5%), le Canada (4%) et l'Allemagne (4%), la Belgique (2%) et les Pays-Bas (2%). Quelques rares docteurs sont également partis en post-doc en Australie, en Italie, en Suisse, en Grèce, en Suède en Espagne ou en Irlande. 89% des post-doc sont effectués dans un laboratoire public ou universitaire, et ce quelque soit le pays où le post-doc est effectué.

Tableau 60. Proportion de post-doc et lieu des post-doc par disciplines (%).

	Physique	Chimie	Biologie	Maths	Ensemble
% de post-doc	46	51	79	28	59
% 2 post-docs ou plus	13	15	31	4	21
Premier post-doc					
Post-doc en France	41	31	36	8	38
Post-doc aux USA	26	23	34	54	30
Autres pays	33	46	29	38	32
Second post-doc					
En France	56	53	55	50	58
USA	11	20	27	50	21
Autres pays	33	27	18	0	22

Source : enquête Irédu 2001. Remarque : pour le second post-doc, pour la colonne ensemble, 58% est plus élevé que chacun des pourcentages des disciplines individuelles car les post-doctorants en sciences de la terre, exclus du tableau, ont effectué un post-doc en France à 82%.

Nous utiliserons dorénavant une nomenclature des post-docs en quatre catégories :

- Les post-docs effectués en France avec deux sous-catégories :
 - Les post-docs qui ont été accomplis au sein du laboratoire de thèse (43% des individus qui ont fait un post-doc en France).
 - Les post-docs réalisés dans un laboratoire autre que le laboratoire de rattachement en thèse.²⁵⁴
- Les individus ayant accompli un post-doc aux Etats-Unis.

²⁵⁴ Quelques imprécisions demeurent dans cette catégorisation ; en effet, dans certains cas, nous ne parvenons pas à parfaitement savoir s'il s'agit du laboratoire de thèse ou non. A défaut, nous avons utilisé le localisation du département par le numéro du département que nous possédions, et dans ce cas nous sommes au moins certain que la localisation géographique du post-doc et de l'université du doctorat est la même.

- Les docteurs ayant effectué un post-doc dans un autre pays.

Les durées moyennes du premier et du second post-doc sont respectivement de 20 et 18 mois (Tableau 61). Les post-docs réalisés en France sont de durées plus courtes que ceux effectués à l'étranger, et ceci est vrai pour le premier et pour le second post-doc. Plus de la moitié des post-docs effectués en France durent 12 mois ou moins (pour le premier post-doc) alors que ce n'est respectivement le cas que de 22 et 29% des post-docs réalisés aux USA et dans un autre pays.

Tableau 61. Durées moyennes et distribution des durées des post-docs selon leur localisation.

	En France		USA	Autres pays	Ensemble
	Autre	Même labo			
Durée post-doc 1 (en mois)	15.4 (8.9)	16.7 (11.9)	24.0 (12.5)	21.1 (11.6)	20.0 (11.9)
1-12	53	56	22	29	36
13-24	33	23	47	40	38
25-36	11	17	18	24	18
36+	3	4	14	7	8
Durée post-doc 2 (en mois)	14.9 (8.9)	16.2 (7.9)	28.1 (12.8)	13.8 (9.5)	18.0 (11.0)
1-12	59	40	3	64	44
13-24	28	50	41	32	38
25-36	14	10	28	0	13
36+	0	0	23	5	6

Source : enquête Irédu 2001. Lignes durée : durées en mois (avec écarts-type entre parenthèses). Lignes 1-12... : répartition des durées en %.

La durée du deuxième post-doc est différente selon la nature du premier post-doc, ce qui montre déjà que le deuxième post-doc n'a probablement pas la même signification selon l'historique de l'individu (Tableau 62). Pour les docteurs qui ont effectué un premier post-doc en France et qui effectuent un second post-doc, le deuxième post-doc est alors relativement long (20 mois). Par contre, les individus qui ont fait un premier post-doc à l'étranger font un deuxième post-doc d'une durée largement inférieure à la durée moyenne de leur premier post-doc à l'étranger.

Tableau 62. Durées moyennes et répartition des durées en post-doc selon la localisation du premier post-doc.

	Premier post-doc				Ensemble
	En France		USA	Autres pays	
	Autre	Même labo			
Proportion de post-doc 2	45	50	30	28	36
Durée post-doc 2	20.3 (13.3)	14.7 (6.9)	17.6 (12.1)	18.8 (9.8)	18.0 (11.0)
1-12	41	57	42	33	43
13-24	34	39	38	41	38
25-36	10	4	12	26	13
36+	14	0	8	0	6
Durée totale en post-doc	24.7 (15.6)	23.7 (15.6)	29.2 (17.8)	26.3 (15.0)	26.2 (16.2)
1-12	30	27	20	21	24
13-24	34	42	32	34	35
25-36	16	17	19	22	19
36+	20	15	28	24	23

Source : enquête Irédu 2001.

Pour les docteurs qui ont réalisé deux post-docs, la durée moyenne cumulée des deux post-docs est alors importante puisqu'elle varie de 3 à 4 ans selon la localisation du second post-doc (Tableau 63).

Tableau 63. Durées moyennes et répartition des durées des post-docs pour les docteurs ayant effectué deux post-docs.

	En France		USA	Autres pays	Ensemble
	Autre	Même labo			
Durée totale	35.2 (14.6)	34.8 (15.8)	46.5 (14.7)	33.6 (20.9)	37.0 (17.0)
1-12	3	6	0	4	4
13-24	27	29	9	39	26
25-36	27	4	18	30	21
36+	43	55	73	26	49

Source : enquête Irédu 2001. NB : ne sont pris en compte ici que les individus ayant effectué deux post-doctorats.

Le taux de départ en post-doc des femmes est plus élevé que celui des hommes (Tableau 64). Néanmoins, cette différence cache un effet discipline important puisque les femmes sont relativement plus nombreuses dans les disciplines où le post-doc est le plus courant (sciences de la vie).

Une différence majeure entre hommes et femmes réside dans le lieu de réalisation du post-doc. Alors que 71% des hommes effectuent leur premier post-doc à l'étranger, ce n'est le cas que de 51% des femmes.

Tableau 64. Proportion de post-doc selon le sexe (%).

	Hommes	Femmes	Ensemble
Un post-doc	53	69	59
Deux post-docs ou plus	17	28	21
dont % de post-doc 1 à l'étranger	71	51	62
% post-doc 2 à l'étranger	47	36	41

Source : enquête Irédu 2001.

Un des éléments explicatifs de cette différence hommes-femmes quant au départ en post-doc se trouve dans le statut familial des individus à la fin de thèse. En effet, si la vie en couple semble être un frein au départ en premier post-doc pour les femmes il n'en est pas de même pour les hommes puisque la proportion d'hommes en post-doc est même plus élevée de 5 points de pourcentage chez ceux qui vivaient en couple en fin de thèse par rapport à ceux qui vivaient seuls (Tableau 65).

Le statut familial, selon qu'on est homme ou femme, affecte encore davantage la proportion des premiers post-doctorats effectués à l'étranger. Les femmes qui vivent en couple en fin de thèse semblent ainsi hésiter à entreprendre un post-doc à l'étranger par rapport aux femmes célibataires. L'écart est de 19 points de pourcentage entre ces deux populations. Par contre, le taux de départ en premier post-doc à l'étranger est stable pour les hommes quelque soit leur statut familial en fin de thèse.

Pour les individus ayant effectué un deuxième post-doc, les choses sont différentes. Si la proportion d'hommes faisant un second post-doc est toujours plus faible que pour les femmes, et le taux de départ à l'étranger des hommes toujours plus élevé que pour les femmes, en revanche, le statut familial en fin de thèse ne semble plus être un frein au départ des femmes à l'étranger ; néanmoins, le statut familial en fin de thèse est probablement moins pertinent pour le second post-doc que pour le premier puisqu'on se situe déjà deux ou trois ans après la fin de la thèse : d'une part, le statut familial peut avoir changé, et, d'autre part, son effet peut s'estomper ou s'inverser.

Tableau 65. Proportion de post-doc selon le sexe et le statut familial en fin de thèse (%).

	Hommes		Femmes	
	Célibataire	En couple	Célibataire	En couple
% post-doc 1	50	55	78	63
% post-doc 2	14	19	26	29
dont post-doc 1 à l'étranger	72	70	61	42
dont post-doc 2 à l'étranger	48	41	31	41

Source : enquête Irédu 2001.

Les moyens utilisés ou l'aide obtenue pour trouver le post-doc varient grandement selon le type de post-doc. 81% des post-doctorants qui n'ont pas quitté leur laboratoire de thèse reconnaissent ainsi avoir bénéficié de l'aide de leur directeur de thèse ou de l'aide d'un autre membre de ce laboratoire (Tableau 66). Les pourcentages correspondants sont plus faibles pour les post-doctorants en France hors labo d'origine, et davantage encore pour les docteurs qui ont quitté l'hexagone pour effectuer leur post-doc. Ces derniers considèrent – respectivement à 61% et 47% pour les post-doctorants aux USA et pour les post-doctorants d'autres pays – que les contacts noués durant leur thèse ainsi qu'une recherche personnelle ont été des moyens essentiels pour trouver ce post-doc.

Tableau 66. Moyens utilisés pour trouver le post-doc (%).

	En France		USA	Autres pays	Ensemble
	Autre	Même labo			
Premier post-doc					
Aide du directeur de thèse	41	50	25	31	34
Aide d'un autre membre du labo de thèse	27	31	19	13	21
Contacts noués durant la thèse	17	19	31	26	24
Recherche personnelle	19	6	30	21	21
Second post-doc					
Aide du directeur de thèse	20		0	23	16
Aide d'un autre membre du labo de thèse	23		9	14	18
Contacts noués durant la thèse	35		5	36	28
Recherche personnelle	25		73	32	37

Source : enquête Irédu 2001. Le total en colonne ne fait pas 100% puisque des réponses multiples étaient possibles.

2.1.4. Les déterminants du départ en post-doc : résultats des estimations

Nous allons tenter de comprendre plus précisément les déterminants de la réalisation et de la localisation du ou des post-doctorats à l'aide de l'estimation de différents modèles. Contrairement à la section précédente qui présentait certes des résultats intéressants mais en recourant simplement à des tableaux croisés, l'effet de chacune des variables explicatives introduites dans les modèles aura ainsi l'avantage de pouvoir s'interpréter toutes choses étant égales par ailleurs.

Tout d'abord, et brièvement, les données du Céreq nous permettront de souligner quelques premiers grands déterminants du départ en post-doc (2.1.4.1.).

Puis plus longuement, les données Irédu 2001 seront utilisées pour comprendre la probabilité d'effectuer un premier (2.1.4.2.) et un second post-doc (2.1.4.3.). On s'interrogera en particulier pour savoir si premier et second post-doc sont expliqués par des variables similaires.

Enfin, les déterminants de la localisation du post-doctorat, premier et deuxième, seront analysés à l'aide de quelques modèles (2.1.4.4.).

2.1.4.1. Résultats des estimations sur données Céreq 1999

Pour comprendre les déterminants du départ en post-doc, toutes choses égales par ailleurs, nous recourons à la modélisation de la probabilité d'avoir effectué au moins un post-doc à l'aide des données de l'enquête enseignement supérieur du Céreq de 1999.²⁵⁵ Les résultats de l'estimation de trois modèles²⁵⁶ sont présentés dans le Tableau 67 : le premier pour l'ensemble des docteurs, le second pour les hommes et le troisième pour les femmes. Les coefficients exposés dans le tableau correspondent aux effets marginaux en pourcentage.

²⁵⁵ Nous avons conservé dans l'échantillon les docteurs en LSHS, bien que la proportion de post-doc dans ces disciplines soit faible, ce qui nous permet d'obtenir une plus grande généralité des résultats. Ceci ne semble toutefois pas modifier grandement les résultats par rapport à ceux obtenus à partir de l'échantillon des docteurs en sciences exactes uniquement. Dans la section suivante, sur les données de l'enquête Irédu 2001, nous modéliserons la probabilité de départ en post-doc avec un ensemble plus complet de variables.

²⁵⁶ Des modèles similaires ont été utilisés dans la section « B. Une analyse « objective » : modélisations sur données individuelles de la probabilité d'abandonner la thèse », p. 151. Ils y sont présentés en détail.

Le sexe ne joue pas un rôle significatif dans la décision d'effectuer un post-doc. La variable ingénieur n'est pas non plus significative : les docteurs-ingénieurs n'ont pas une probabilité différente des autres docteurs d'effectuer un post-doc.

Les variables de financement du doctorat ont par contre des effets sur la probabilité de partir en post-doc. Les allocataires de recherche MENRT ont une probabilité plus élevée de 7,9% de faire un post-doc, mais cette variable est uniquement significative pour les femmes. La variable monitorat n'est par contre pas significative. Les docteurs ayant bénéficié d'un financement Cifre pour leur thèse ont une probabilité bien plus faible (-25%) d'effectuer un post-doc.²⁵⁷

Le type de rattachement du laboratoire de thèse exerce également un certain effet. Les docteurs issus d'un laboratoire rattaché au CNRS ont une probabilité accrue de 8,2% d'effectuer un post-doc. A l'inverse, les docteurs rattachés à un laboratoire universitaire ont une plus faible probabilité de partir en post-doc (-8.8%).

C'est la discipline du doctorat qui exerce un effet important sur la probabilité d'effectuer un post-doc. Ce sont les docteurs en sciences de la vie qui ont la plus forte probabilité de partir en post-doc (+28% par rapport aux docteurs en physique et mathématiques), suivis des docteurs en chimie (+9.9%). Les docteurs en informatique et en sciences humaines et sociales ont une probabilité significativement plus faible d'entreprendre un post-doctorat.

²⁵⁷ Ce résultat confirme les données de l'enquête de l'ANRT de 2001 sur « Les parcours des docteurs Cifre » puisque seulement 7% des docteurs Cifre avaient effectué un post-doc.

Tableau 67. Variables explicatives de la probabilité de réaliser un post-doc pour les docteurs de 1996 (effets marginaux en %).

	Ensemble	Hommes	Femmes
Constante	27,5 (23,5)	25,2 (28,1)	25,9 (40,5)
Sexe : féminin	-0,4 (2,7)		
Financement du doctorat : allocataire MENRT	7,9*** (3,0)	2,2 (3,7)	15,7*** (5,0)
Moniteur	-2,4 (3,2)	-0,3 (3,9)	-6,7 (5,5)
Cifre	-24,6*** (4,6)	-25,9*** (5,4)	-23,9*** (8,6)
Docteur-ingénieur	-0,1 (3,3)	1,3 (3,9)	-1,9 (6,1)
Au moins un stage en entreprise durant thèse	-7,3* (4,3)	-14,6*** (5,3)	3,6 (7,4)
Laboratoire de thèse : CNRS ou CNRS-université	8,2** (3,3)	6,1 (3,8)	13,1** (6,3)
INSERM	-5,8 (7,2)	-4,5 (11,0)	-6,2 (10,5)
INRA	-8,1 (7,1)	-0,6 (10,3)	-14,0 (10,7)
Universitaire	-8,8** (4,3)	-13,5** (5,4)	-2,6 (7,5)
Discipline du doctorat : chimie	9,9** (4,0)	11,1** (4,8)	11,7* (7,1)
Informatique	-11,6** (5,5)	-12,4** (5,9)	-4,4 (12,8)
Mécanique, électronique, SPI	-7,3 (4,8)	-6,7 (5,2)	-6,9 (10,5)
Sciences de la terre	4,0 (6,8)	4,6 (8,2)	5,1 (11,9)
Sciences de la vie	28,0*** (4,2)	20,9*** (5,0)	40,2*** (7,6)
Sciences humaines et sociales	-17,4*** (4,7)	-22,7*** (6,1)	-9,1 (7,9)
Age en 1996	-1,8** (0,8)	-1,4 (1,0)	-2,2 (1,4)
ln L	-681,1	-386,7	-284,8
ln L0	-826,8	-470,7	-352,9
Chi-deux	291,5	168	136,4
Nombre d'observations	1366	810	556

Source : Céreq 1999. Estimation ML de modèles probit, effets marginaux en %. Référence pour la discipline du doctorat : physique et mathématiques. Référence pour le financement du doctorat : autres financements. Significativité des coefficients : * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%. Lecture : les docteurs qui ont bénéficié d'un financement Cifre durant leur thèse ont une probabilité près de 25% plus faible d'avoir effectué un post-doctorat, toutes choses égales par ailleurs i.e. une fois pris en compte l'ensemble des autres effets (par rapport aux docteurs ayant bénéficié d'autres financements, autres que l'allocation, le monitorat et la convention Cifre).

2.1.4.2. Le premier post-doc : résultants des estimations sur données Irédu 2001

L'estimation de modèles probit²⁵⁸ sur données Irédu (2001) permet de préciser et d'enrichir les résultats issus des modèles brièvement présentés dans la section précédente, par la prise en compte d'un certain nombre de variables explicatives susceptible d'affecter la probabilité de départ en post-doc. Les effets marginaux sont donnés dans le Tableau 68 page 204. Les modèles 1 à 3 concernent l'ensemble de l'échantillon alors que le modèle 4 propose des estimations séparées pour les hommes et pour les femmes.

La discipline du doctorat semble être un des grands déterminants explicatifs de la réalisation ou non d'un post-doc. En effet, ce sont les docteurs en sciences de la vie qui ont une probabilité accrue de 30 à 35% d'entreprendre un premier post-doc, par rapport aux docteurs en mathématiques et informatique. En revanche, les docteurs en physique et en chimie ne semblent pas avoir une probabilité différente des informaticiens et mathématiciens d'effectuer un post-doc.

Le type du laboratoire de rattachement en thèse exerce un certain effet sur la variable étudiée. Les docteurs qui appartenaient à une UPR ont ainsi clairement une probabilité plus forte d'entreprendre un post-doc. Les individus sortis d'un laboratoire universitaire auraient par contre une probabilité plus faible de faire un post-doc. L'effet spécifique du laboratoire retrace probablement les différents liens qui lient, ou les différents réseaux auxquels appartiennent, les membres du laboratoire, liens et réseaux qui peuvent faciliter le placement en post-doc des anciens thésards de ces structures.²⁵⁹

La nature des financements obtenus durant la thèse exerce aussi un effet assez remarquable sur la probabilité d'entreprendre un premier post-doc. Il est possible de distinguer deux types de financements aux effets opposés : d'une part, les docteurs Cifre ont évidemment une probabilité très faible de faire un post-doc – effet marginal de -50%. Leur objectif de carrière, essentiellement tourné vers le secteur privé, les dispense de faire un post-doc. La « qualité » ou la reconnaissance de certains autres financements de nature « publique » semble également exempter certains docteurs qui en ont bénéficié de réaliser un

²⁵⁸ Ces modèles sont identiques à ceux de la section précédente. Leur formalisation mathématique est fournie dans la section « B. Une analyse « objective » : modélisations sur données individuelles de la probabilité d'abandonner la thèse », p. 151.

²⁵⁹ Nous contrôlons en effet pour le nombre de publications en thèse. L'explication liée à la plus forte productivité des thésards des UPR (toutes choses égales par ailleurs) – que nous mettons en évidence dans le chapitre 4, Tableau 122 p. 413 –, qui pourrait faciliter le placement des étudiants en post-doc, n'est donc pas à priori recevable, même si nous ne pouvons mesurer ici que de façon fruste la « productivité » des thésards.

post-doc. C'est en particulier le cas du monitorat²⁶⁰, de l'allocation d'un autre ministère ou de la bourse d'un organisme public qui ont tous un effet négatif sur la probabilité de faire un post-doc.

L'activité de recherche effectuée en thèse permet également d'expliquer la probabilité de départ en post-doc. Les individus à thèse plutôt fondamentale ont une probabilité plus élevée de 10-12% d'entreprendre un post-doc par rapport aux individus à thèse plutôt appliquée. Le nombre d'articles publiés durant la thèse – introduit dans les modèles 2, 3 et 4 – a aussi un effet positif sur cette probabilité. La nature des collaborations dans les publications a également été testée. Seule la variable « a publié avec le directeur de thèse » a un (faible) effet positif, et peu ou pas significatif dans les modèles présentés ici. Les docteurs qui ont obtenu les félicitations du jury à leur thèse²⁶¹ ont par ailleurs une probabilité plus élevée de partir en post-doc à la fin de leur thèse. L'ensemble de ces variables caractérise les individus qui sont le plus susceptibles de vouloir entreprendre une carrière dans le secteur académique. Plus généralement, les variables mentionnées dans ce paragraphe traduisent en fait l'orientation plus ou moins grande des docteurs vers le marché académique et de la recherche publique.

Les modèles 3 et 4 prennent en compte spécifiquement, mais de façon subjective, la carrière envisagée par les docteurs. On voit alors que les individus qui, au début de leur thèse, envisageaient une carrière universitaire ont une probabilité bien plus élevée (autour de 20%) de partir en post-doc. Et cette variable déterminante a un effet très similaire pour les hommes et pour les femmes. De même, les docteurs qui ont bénéficié de l'aide de leur laboratoire de thèse pour leur insertion ont une plus forte probabilité d'avoir effectué un post-doc. Cette variable peut être interprétée comme une variable caractérisant l'intégration du thésard dans son laboratoire de thèse.²⁶²

²⁶⁰ Ce résultats n'est somme toute pas très différent de celui obtenu par l'estimation sur données Céreq dont la modalité de référence pour les variables de financement était différente de celle considérée ici.

²⁶¹ Certaines universités ont supprimé cette mention. Pour tenter de corriger les effets des situations différentes entre universités quant à l'attribution des mentions, des variables dichotomiques relatives aux universités avaient été introduites dans certains modèles. Néanmoins, ces variables risquaient de capter d'autres effets (géographiques, établissement...) non attribuables à la propension différenciée à attribuer des mentions. Elles n'ont donc pas été retenues ici. Elles semblaient par ailleurs poser plus de problèmes, entre autres d'estimation, qu'elles n'apportaient d'informations utiles et intéressantes.

²⁶² Néanmoins, les problèmes inhérents à l'introduction de ce type de variables, problèmes que nous avons soulignés précédemment, sont de nouveau valables ici (possible réinterprétation de la réalité, difficulté d'interprétation...).

D'autres variables exercent un certain effet sur la probabilité de réaliser un post-doc.

Le genre²⁶³ et le titre d'ingénieur n'affectent pas, une fois pris en compte l'ensemble des autres variables, la probabilité de départ en post-doc. Cependant, les déterminants de cette probabilité sont quelque peu différents entre hommes et femmes (modèle 4).

Le statut familial semble jouer un rôle dans la décision ou non d'effectuer un premier post-doc. En effet, dans les modèles estimés sur l'ensemble de l'échantillon cette variable n'exerce qu'un effet (néгатif) limité, et non significatif dans le modèle 3, sur cette probabilité. En revanche, même dans le modèle le plus complet estimé séparément pour les hommes et pour les femmes, dont les résultats sont présentés dans le modèle 4, cette variable exerce clairement une influence négative – effet marginal de -20% – pour les femmes, alors qu'elle est sans effet pour les hommes.²⁶⁴

²⁶³ Ce résultat est différent – ou, plus sûrement, apporte une information complémentaire – de celui que nous avons obtenu à l'aide des tableaux croisés. Le Tableau 64 (page 196) indiquait que les femmes avaient une propension plus élevée à entreprendre un post-doc.

²⁶⁴ Les résultats des statistiques descriptives sont cette fois-ci confirmés (cf. Tableau 65 p. 197).

Tableau 68. Variables expliquant le départ en post-doc (probabilités marginales).

	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4	
				Hommes	Femmes
Constante	-0,025 (0,087)	0,066 (0,166)	-0,144 (0,174)	-0,078 (0,230)	-0,079 (0,276)
Sexe : féminin	0,051 (0,055)	0,068 (0,056)	0,072 (0,057)		
Docteur-ingénieur	0,025 (0,063)	0,022 (0,064)	0,007 (0,066)	0,055 (0,090)	-0,161 (0,108)
Thèse plutôt fondamentale	0,127** (0,053)	0,118** (0,054)	0,105* (0,055)	0,157** (0,074)	0,062 (0,088)
Discipline du doctorat :					
physique	0,123 (0,083)	0,111 (0,083)	0,134 (0,084)	0,070 (0,113)	0,152 (0,141)
Chimie	0,114 (0,085)	0,058 (0,087)	0,087 (0,089)	0,021 (0,121)	0,084 (0,141)
Sciences de la vie	0,346*** (0,087)	0,328*** (0,089)	0,352*** (0,091)	0,327** (0,130)	0,306** (0,134)
Laboratoire de thèse :					
URA	-0,083 (0,074)	-0,101 (0,076)	-0,093 (0,077)	-0,058 (0,101)	-0,244* (0,128)
Universitaire	-0,193* (0,101)	-0,166 (0,105)	-0,132 (0,107)	-0,282* (0,160)	-0,159 (0,151)
UPR	0,168** (0,082)	0,155* (0,084)	0,176** (0,085)	0,449*** (0,126)	-0,134 (0,123)
CEA	-0,138 (0,094)	-0,134 (0,096)	-0,114 (0,096)	-0,016 (0,125)	-0,088 (0,176)
INRA	-0,086 (0,120)	-0,091 (0,119)	-0,119 (0,122)	-0,019 (0,206)	-0,212 (0,160)
INSERM	-0,149 (0,111)	-0,155 (0,112)	-0,155 (0,114)	-0,187 (0,184)	-0,178 (0,151)
Allocataire-moniteur	-0,215*** (0,067)	-0,248*** (0,069)	-0,282*** (0,070)	-0,308*** (0,098)	-0,271*** (0,102)
Allocation d'un autre ministère	-0,420*** (0,145)	-0,444*** (0,150)	-0,409*** (0,153)	-0,365 (0,236)	-0,456** (0,202)
Bourse d'un organisme public	-0,324*** (0,080)	-0,308*** (0,080)	-0,249*** (0,083)	-0,331*** (0,110)	-0,077 (0,145)
Cifre	-0,599*** (0,101)	-0,560*** (0,102)	-0,465*** (0,103)	-0,406*** (0,129)	-0,582** (0,234)
Mention au doctorat :					
félicitations du jury	0,183*** (0,051)	0,162*** (0,052)	0,165*** (0,053)	0,255*** (0,075)	0,108 (0,083)
En couple en fin de thèse	-0,104** (0,051)	-0,085* (0,052)	-0,085* (0,052)	0,009 (0,072)	-0,200** (0,086)
Durée de la thèse		-0,005 (0,003)	-0,004 (0,003)	-0,008* (0,004)	-0,001 (0,005)
Nombre de publications en thèse		0,031*** (0,011)	0,026** (0,011)	0,036** (0,015)	0,010 (0,017)
A publié avec directeur de thèse		0,039 (0,061)	0,035 (0,061)	-0,016 (0,081)	0,169* (0,099)
Voulait travailler dans la recherche publique			0,205*** (0,057)	0,212*** (0,079)	0,224*** (0,083)
Aide du labo pour insertion			0,119** (0,054)	0,051 (0,073)	0,171** (0,085)
ln L	-252.2	-245.3	-236.4	-145.0	-76.6
ln L0	-331.6	-330.6	-330.6	-206.6	-117.3
Chi-deux	158.8***	170.6***	188.3***	123.3***	81.5***
Nombre d'observations	482	482	482	292	190

Source : enquête Irédu 2001. Estimations ML de modèles probit. Variable dépendante : probabilité d'effectuer un (premier) post-doc. Significativité des coefficients : * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

2.1.4.3. Le second post-doc : résultats des estimations sur données Irédu 2001

La probabilité de réaliser un second post-doc est expliquée par un ensemble de variables dont les effets sont relativement différents de ceux affectant la probabilité d'effectuer le premier post-doc. Nous procédons ici à l'analyse spécifique du départ pour un deuxième post-doc.

Des estimations probit univariés²⁶⁵ sont proposées dans un premier temps pour l'échantillon dans son ensemble (Tableau 69 p. 211) puis séparément pour les hommes et pour les femmes (Tableau 70 p. 212).

Des modèles probit bivariés avec sélection sont ensuite estimés pour prendre en compte l'effet de sélection éventuel issu de la réalisation du premier post-doc (Tableau 71 p. 213). En effet, les individus, pour entreprendre un second post-doc, doivent obligatoirement avoir effectué un premier post-doc.²⁶⁶ La prise en compte, dans les modèles sans sélection, de variables relatives au premier post-doc risque de biaiser les coefficients estimés.

Nous estimons des modèles, à deux équations et une règle de sélection, similaires à ceux utilisés pour modéliser les raisons d'abandon en thèse²⁶⁷. Formellement, le modèle se présente ainsi :

$$y_{i1}^* = \beta'_1 \mathbf{x}_{i1} + \varepsilon_{i1}$$

$$y_{i2}^* = \beta'_2 \mathbf{x}_{i2} + \varepsilon_{i2}$$

$$y_{i1} = \begin{cases} 1 & \text{si } y_{i1}^* > 0 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases} \quad \text{et} \quad y_{i2} = \begin{cases} 1 & \text{si } y_{i2}^* > 0 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

$(y_{i1}, \mathbf{x}_{i1})$ est seulement observé si $y_{i2} = 1$.

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_{i1} \\ \varepsilon_{i2} \end{bmatrix} \sim N \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & \rho \\ \rho & 1 \end{bmatrix} \right)$$

²⁶⁵ Ce type de modèles a déjà été utilisé à de nombreuses reprises et est présenté en détail pages 151 et suivantes.

²⁶⁶ Les mauvaises langues me diront qu'il n'ait pas besoin d'entreprendre une thèse si c'est pour écrire des lapalissades de la sorte.

²⁶⁷ Dans la section « C. Une analyse « subjective » : les raisons avancées par les individus eux-mêmes pour justifier leur abandon en thèse » page 159.

La première équation modélise donc la probabilité d'avoir entrepris un second post-doc alors que la seconde équation modélise la probabilité d'avoir effectué un premier post-doc.²⁶⁸

La probabilité de faire deux post-doc est expliquée par un ensemble de variables traditionnelles déjà utilisé précédemment – orientation des recherches en thèse, disciplines du doctorat, laboratoire de rattachement, financements, mentions et perspectives de carrière – mais également par des variables plus spécifiques au premier post-doc – localisation, revenus perçus, orientation des recherches et activités de publications lors de ce premier post-doc. En effet, il est probable que les variables relatives à la thèse exercent toujours des effets sur la probabilité d'effectuer ce deuxième post-doc mais que leurs effets sont probablement dilués et que d'autres variables plus spécifiques au premier post-doc interviennent également. Notons ainsi, avant de commenter plus particulièrement les effets de chaque variable, que certaines variables relatives à la thèse perdent de leur significativité une fois introduite dans le modèle les variables relatives au premier post-doc.²⁶⁹ De même, l'analyse bivariée, dont nous commenterons les résultats plus loin, transforme légèrement la vision que nous avons de par la seule analyse univariée. C'est d'ailleurs lors de l'introduction dans les modèles des variables spécifiques au premier post-doc que l'analyse bivariée, permettant de contrôler pour les biais induits par la prise en considération de ces variables, s'avère le plus utile et nécessite une attention toute particulière.

L'orientation des recherches menées en thèse n'exerce pas d'effet sur la probabilité d'effectuer ce deuxième post-doc, contrairement au premier post-doc, où les docteurs à thèse plus fondamentale étaient plus susceptibles d'entreprendre un post-doc. Il n'existe pas non plus d'effet spécifique du sexe ou d'effet du titre d'ingénieur²⁷⁰.

La discipline du doctorat exerce de nouveau un effet, mais ce sont les physiciens – et plus précisément les physiciennes, puisque cette variable n'est significative que pour les femmes – qui ont une probabilité plus faible que les autres docteurs d'entreprendre un

²⁶⁸ On retrouve les trois cas permettant d'obtenir la fonction de vraisemblance à maximiser. Nous ne réécrivons pas ces équations, celles-ci étant exactement identiques à celles présentées dans la section « C. Une analyse « subjective » : les raisons avancées par les individus eux-mêmes pour justifier leur abandon en thèse » page 159. Nous laissons le soin au lecteur de s'y reporter s'il le souhaite.

²⁶⁹ Et cela n'est pas simplement la conséquence d'une possible forte corrélation entre les variables de thèse et les variables du post-doc. Les variables décrivant l'orientation des recherches ne sont par exemple pas particulièrement corrélées entre elles.

²⁷⁰ Cette variable, systématiquement non significative, a été supprimée des modèles.

deuxième post-doc. L'effet de la variable « chimie », tout au moins pour les femmes, a également un léger effet marginal négatif.

Les docteurs dont le laboratoire de rattachement était une unité propre du CNRS ont une probabilité plus forte de faire un second post-doc.²⁷¹ La variable INRA exercerait un certain effet négatif sur cette probabilité mais elle est loin d'être significative dans tous les modèles. Dans les modèles estimés séparément pour les hommes et pour les femmes, aucune des variables relatives au laboratoire de thèse n'est significative.

Les allocataires-moniteurs ont une probabilité légèrement plus faible, mais pas systématiquement significative, de faire un deuxième post-doc.²⁷² Cet effet ne se retrouve toutefois que pour les hommes, avec un effet marginal assez prononcé, compris entre -6 et -12%. Certaines autres variables de financements ont, sans surprise, des effets négatifs sur la probabilité en question. C'est le cas des Cifre et des allocations obtenues d'un autre ministère. En revanche, et contrairement aux modèles expliquant le premier post-doc où ces variables n'étaient pas significatives, les variables de financements telles que les bourses d'associations ou de fondations et les bourses des collectivités locales ont plutôt un effet positif sur la probabilité de faire un deuxième post-doc. Néanmoins, les variables de financements deviennent peu ou pas significatives une fois pris en compte les variables relatives au premier post-doc. Quand hommes et femmes sont distingués, même si ces variables sont peu significatives, il est à noter que la « bourse d'une association, d'une fondation » ou la « bourse d'une collectivité locale » n'accroissent la probabilité étudiée que pour les femmes.

La mention obtenue au doctorat n'a pas d'effet significatif sur la probabilité de réaliser un deuxième post-doc, contrairement à son effet positif sur la réalisation du premier post-doc. Ce résultat est toutefois à nuancer quand hommes et femmes sont étudiés séparément. Dans ce cas, cette variable a un effet clairement négatif pour les femmes (de l'ordre de -15% à -20%) et – mais seulement dans le seconde modèle plus complet – un effet positif pour les hommes.

Les perspectives de carrière en début de thèse n'ont pas non plus, ou peu, d'effets sur cette probabilité. De nouveau, cependant, l'effet est différencié selon le genre. Les hommes

²⁷¹ Cette variable ne semble jouer que pour les hommes (Tableau 70, modèle 2). L'effet réseau des UPR, notamment pour les post-doctorants voulant quitter la France, est probablement responsable de cet effet.

²⁷² Le monitorat joue donc sur la probabilité d'accès immédiat après la thèse à un poste académique ce qui diminue la probabilité de faire un premier post-doc. En revanche, une partie des moniteurs qui n'accèdent pas

dont les perspectives de carrières étaient orientées vers le secteur universitaire ou de la recherche publique ont ainsi une probabilité plus forte (de 5 à 15%) de faire un deuxième post-doc. Il n'existe pas d'effet similaire significatif pour les femmes.

Venons-en aux commentaires relatifs aux variables décrivant le premier post-doc.

La localisation du premier post-doc influence en effet la probabilité d'entreprendre un second post-doc. Les docteurs qui sont restés dans leur laboratoire de thèse pour faire leur premier post-doc ont ainsi une probabilité plus forte d'effectuer un second post-doc.²⁷³ Mais cet effet est uniquement significatif pour les femmes, avec une probabilité marginale de près de 20%.

Si, durant le premier post-doc, l'activité du post-doctorant a été essentiellement de faire du développement, alors la probabilité qu'il entreprenne un deuxième post-doc est clairement plus faible. En effet, une activité de développement éloigne probablement ces individus du milieu universitaire et augmente leurs chances d'emploi dans les secteurs non académiques.²⁷⁴ D'autres variables ont été testées telles que le nombre de publications et l'activité de collaboration dans les publications durant le premier post-doc, sans qu'elles ne soient jamais significatives.

Les revenus perçus durant le premier post-doc ont un effet en cloche sur la probabilité de faire un second post-doc. L'effet du revenu du post-doc 1 semble être incitatif jusqu'à un certain seuil – estimé à 13500-13600 F selon les coefficients estimés des modèles 3 et 4 – puis clairement désincitatif à l'entreprise d'un second post-doc. Cet effet revenu traduit probablement le fait qu'avoir obtenu un revenu élevé durant le premier post-doc diminue clairement l'envie de (ou l'effort consenti pour) faire un second post-doc, en sachant que les post-docs sont en général relativement mal payés, surtout pour les docteurs souhaitant, comme nous le verrons, retourner en France. Une autre interprétation plausible est que les revenus perçus sont un indicateur de la qualité du post-doc, en particulier pour les post-docs à l'étranger. Des hauts revenus, gages de qualité, peuvent alors faciliter l'insertion ultérieure

directement après la thèse à un tel poste ne serait donc pas dans une situation très différente de celle des autres doctorants.

²⁷³ Cet effet confirme le rôle d'emplois d'attente joués par les post-doctorats effectués au sein du laboratoire de thèse. Attentes qui peuvent se concrétiser – par l'accès à un poste académique – ou non, et dans ce dernier cas, la réalisation d'un second post-doc est nécessaire.

dans des emplois (autres que post-doc) ce qui ne rend pas nécessaire la réalisation d'un second post-doc. Cet effet revenu semble de plus être uniquement présent chez les hommes puisque, pour les femmes, la variable en niveau et son carré sont respectivement peu et pas significatives.²⁷⁵

Les modèles avec sélection du Tableau 71 apportent quelques précisions bien que leurs résultats soient à manier avec prudence.²⁷⁶ En particulier, les modèles 1 et 3 ne semblent pas très satisfaisants d'un point de vue économétrique. En effet, les vecteurs des variables explicatives des deux équations ne sont pas suffisamment différents l'un de l'autre et risquent de biaiser les coefficients estimés relatifs à la première équation (la probabilité qui nous intéresse ici, probabilité d'entreprendre un deuxième post-doc).²⁷⁷ Les termes de corrélation des erreurs sont d'ailleurs, dans ces deux modèles, très proches de 1. Il est donc plus prudent de considérer les résultats des modèles 2 et 4.

Le nombre de variables à effet significatif diminue dans ces modèles avec sélection. Dans le modèle 4 par exemple, les seules variables significatives sont la modalité « physique » pour la variable discipline (qui a un effet marginal négatif), la modalité « bourse d'une association-fondation » pour la variable financement (qui augmente la probabilité²⁷⁸) et la modalité « post-doc 1 en France dans le même laboratoire que la thèse » pour la variable de localisation du premier post-doc (qui augmente la probabilité). Il faudrait ajouter à ces variables, selon le modèle 2 qui, rappelons-le, ne prend pas en compte les variables relatives au premier post-doc, la variable « thèse à orientation plutôt fondamentale » (qui accroît la probabilité) et la variable « chimie » (effet négatif)²⁷⁹.

²⁷⁴ Les estimations distinctes pour les hommes et pour les femmes montrent que l'effet de cette variable n'est significatif que pour les hommes. Résultat plus surprenant, la variable « orientation des recherches fondamentale durant le premier post-doc » a, pour les hommes uniquement, un effet négatif (mais peu élevé et peu significatif).

²⁷⁵ Le seuil de retournement de la courbe est alors estimé à 13200 F pour les hommes (et à 13800 F pour les femmes, mais compte tenu de ce qui vient d'être dit, ce résultat ne peut, en toute rigueur, être retenu).

²⁷⁶ En dépit de la « relative » simplicité théorique de ces modèles, la convergence des algorithmes pose souvent problème quand, par exemple, les vecteurs des variables explicatives ne sont pas suffisamment différents.

²⁷⁷ L'estimation de ce genre de modèles nécessiterait, d'une part, une taille d'échantillon supérieure, et d'autre part, un plus grand nombre de variables instrumentales, notamment plus de variables continues par rapport aux variables dichotomiques qui sont ici surreprésentées. Nous avons fait tourner tout un ensemble de modèles sans que les résultats puissent, à nos grands regrets, être améliorés par rapport à ceux qui sont présentés ici.

²⁷⁸ Cet effet, qui peut une nouvelle être imputé aux docteurs en sciences de la vie, rend non significative la variable « sciences de la vie ».

²⁷⁹ Ce résultat confirme donc que ce sont bien les docteurs en sciences de la vie qui ont une probabilité plus forte de faire deux post-doctorats (avec les docteurs en mathématiques-informatique et en sciences de la terre ;

Globalement, il est intéressant de constater que les variables expliquant la probabilité d'entreprendre un deuxième post-doc sont relativement différentes de celles expliquant la probabilité du premier post-doc. En effet, d'une part, les variables qui augmentent la probabilité de faire deux post-docs sont plus particulièrement relatives à des docteurs qui sortent quelque peu des sentiers du modèle académique traditionnel. D'autre part, les variables relatives à la thèse exercent moins d'effets et l'activité durant le premier post-doc paraît être importante dans l'entreprise éventuelle d'un second post-doc. Enfin, apparaît clairement une différenciation hommes-femmes qui nous laisse à penser qu'une partie de ces emplois ont des caractéristiques tout à fait particulières. Ce sont des emplois qu'on trouve essentiellement dans le secteur des sciences de la vie. Ce sont des emplois féminisés. Leurs titulaires n'ont pas forcément bénéficié des financements de thèse les plus « prestigieux ». Ils font souvent suite à des emplois post-doctorats effectués au sein du laboratoire de thèse et/ou à des post-doc relativement peu payés. Ils dénotent en général une volonté affirmée d'accéder à un emploi dans le secteur académique (hommes). Ce sont des emplois d'attente, des emplois « faute de mieux ». Nous les qualifierons par la suite d'emplois du secteur intermédiaire pour plusieurs raisons : emplois qui les situent à une étape de la carrière entre thésard et chercheur autonome, emplois à statut précaire, emplois peu rémunérés, emplois temporaires mais dont la durée peut se prolonger, emplois qui jouent probablement un rôle spécifique dans le système d'innovation, rôle qu'il conviendra de préciser par la suite.

toutefois, il faut se rappeler que le nombre de docteurs dans ces deux dernières disciplines dans notre échantillon est faible).

Tableau 69. Probabilité d'effectuer un deuxième post-doc (effets marginaux).

	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4
Constante	-0,222*** (0,063)	-0,303*** (0,072)	-0,304*** (0,059)	-0,326*** (0,065)
Sexe : féminin	0,022 (0,037)	0,023 (0,038)	0,002 (0,029)	0,002 (0,029)
Thèse plutôt fondamentale	-0,006 (0,038)	-0,013 (0,038)	-0,020 (0,032)	-0,021 (0,032)
Discipline du doctorat : physique	-0,071 (0,062)	-0,060 (0,062)	-0,106** (0,051)	-0,105** (0,051)
Chimie	-0,026 (0,065)	-0,018 (0,065)	-0,059 (0,051)	-0,061 (0,052)
Sciences de la vie	0,054 (0,060)	0,054 (0,060)	-0,029 (0,047)	-0,029 (0,047)
Laboratoire : universitaire	-0,069 (0,074)	-0,056 (0,075)	-0,022 (0,066)	-0,020 (0,067)
UPR	0,103** (0,047)	0,103** (0,047)	0,069* (0,035)	0,070** (0,036)
INRA	-0,162* (0,096)	-0,158* (0,095)	-0,101 (0,074)	-0,098 (0,073)
Allocataire-moniteur	-0,080* (0,047)	-0,094** (0,047)	-0,039 (0,036)	-0,043 (0,036)
Bourse d'un organisme public	-0,242*** (0,068)	-0,216*** (0,069)	-0,119** (0,057)	-0,113** (0,057)
Cifre	-0,324*** (0,104)	-0,288*** (0,106)	-0,110 (0,085)	-0,095 (0,086)
Bourse association, fondation	0,089* (0,050)	0,104** (0,051)	0,064* (0,038)	0,069* (0,039)
Bourse collectivité locale	0,134** (0,067)	0,119* (0,067)	0,070 (0,050)	0,066 (0,050)
Félicitations du jury	0,039 (0,036)	0,034 (0,036)	-0,024 (0,028)	-0,024 (0,028)
Voulait travailler dans la recherche publique		0,077* (0,042)		-0,001 (0,077)
Aide du laboratoire		0,057 (0,036)		0,073 (0,068)
Post-doc 1 en France, autre labo			0,066 (0,042)	0,064 (0,043)
Post-doc 1 même labo que thèse			0,109** (0,047)	0,107** (0,047)
Post-doc 1 aux USA			0,032 (0,038)	0,031 (0,038)
Salaire post-doc 1			4,86E-5*** (8,76E-6)	4,79E-5*** (8,70E-6)
Salaire post-doc 1 au carré			-1,78E-9*** (4,02E-10)	-1,84E-9*** (3,99E-10)
Post-doc 1 orientation fondamentale			-0,042 (0,035)	-0,043 (0,035)
Développement			-0,126** (0,058)	-0,120** (0,058)
Nombre de publi durant post-doc 1			0,007 (0,007)	0,007 (0,007)
In L	-219.0	-217.1	-162.7	-162.2
In L0	-254.2	-254.2	-243.9	-243.9
Chi-deux	68.6***	74.3***	162.56***	163.6***
N	482	482	482	482

Source : enquête Irédu 2001. Estimation ML de modèles probit. Significativité des coefficients : * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

Tableau 70. Probabilité d'effectuer un second post-doc, estimations séparées hommes-femmes (effets marginaux).

	Modèle 1		Modèle 2	
	Femmes	Hommes	Femmes	Hommes
Constante	-0,068 (0,130)	-0,273*** (0,088)	-0,263** (0,125)	-0,449*** (0,085)
Thèse fondamentale	0,044 (0,076)	0,004 (0,028)	-0,014 (0,072)	-0,013 (0,044)
Discipline du doctorat :				
physique	-0,390*** (0,133)	-0,013 (0,048)	-0,380*** (0,143)	0,066 (0,083)
Chimie	-0,242* (0,136)	-0,006 (0,048)	-0,229* (0,127)	0,060 (0,085)
Sciences de la vie	-0,053 (0,100)	0,000 (0,049)	-0,088 (0,095)	0,063 (0,090)
Laboratoire de thèse :				
universitaire	-0,169 (0,140)	0,046 (0,061)	-0,148 (0,148)	-0,012 (0,090)
UPR	0,087 (0,082)	0,057 (0,036)	0,062 (0,071)	0,155*** (0,058)
INRA	-0,182 (0,152)	-0,054 (0,065)	-0,040 (0,151)	-0,076 (0,127)
Financement : allocataire-				
moniteur	0,033 (0,091)	-0,064* (0,037)	0,075 (0,081)	-0,118** (0,055)
Bourse organisme public,	-0,263 (0,172)	-0,068 (0,046)	-0,196 (0,168)	-0,108 (0,069)
BDI	0,140* (0,080)	0,054 (0,045)	0,126 (0,077)	0,054 (0,045)
Bourse d'une collectivité	0,210* (0,115)	0,000 (0,047)	0,127 (0,109)	0,036 (0,091)
locale	-0,148** (0,071)	0,016 (0,025)	-0,201*** (0,073)	0,123*** (0,042)
Félicitations du jury	-0,001 (0,077)	0,054* (0,033)	-0,042 (0,072)	0,151*** (0,049)
Voulait travailler dans la				
recherché public	0,073 (0,068)	0,011 (0,024)	0,020 (0,060)	0,030 (0,044)
Aide du labo de thèse				
Post-doc 1 en France, autre			0,152 (0,098)	0,042 (0,037)
labo			0,207** (0,102)	0,078 (0,048)
Post-doc 1 en France,			0,123 (0,092)	0,034 (0,033)
même labo				
Post-doc 1 aux USA				
Salaire post-doc 1			4,04E-5* (2,15E-5)	3,10E-5*** (1,02E-5)
Salaire post-doc 2			-1,46E-9 (1,01E-9)	-1,17E-9*** (4,38E-10)
Recherche fondamentale			0,097 (0,080)	-0,079* (0,042)
durant postdoc 1				
Développement			-0,066 (0,139)	-0,101* (0,059)
Nombre de publi durant			0,014 (0,018)	0,004 (0,005)
post-doc 1				
ln L	-94.9	-79.2	-66.6	-112.4
ln L0	-114.7	-130.6	-108.2	-135.2
Chi-deux	39.7***	102.9***	83.2***	45.5***
N	190	292	190	292

Source : enquête Irédu 2001. Estimation ML de modèles probit. Significativité des coefficients : * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

Tableau 71. Probabilité d’effectuer un second post-doc : modèles probit bivariés avec sélection.

	Modèle 1		Modèle 2		Modèle 3		Modèle 4	
	Eq. 1	Eq. 2	Eq. 1	Eq. 2	Eq. 1	Eq. 2	Eq. 1	Eq. 2
Constante	0,799*** (0,200)	-0,293 (0,230)	0,502 (0,403)	-0,853*** (0,259)	0,797*** (0,273)	-0,201 (0,227)	0,258 (0,476)	-0,846*** (0,260)
Sexe féminin	0,050 (0,123)		0,069 (0,164)		0,008 (0,142)		-0,013 (0,174)	
Ingénieur	0,226 (0,149)		0,281 (0,204)		0,193 (0,178)		0,253 (0,216)	
Thèse fondamentale	-0,326** (0,133)	0,395*** (0,140)	-0,314* (0,165)	0,327** (0,143)	-0,234 (0,158)	0,397*** (0,139)	-0,262 (0,173)	0,330** (0,144)
Doctorat en physique	-0,595*** (0,222)	0,395* (0,234)	-0,644** (0,288)	0,298 (0,223)	-0,663*** (0,251)	0,279 (0,231)	-0,696** (0,300)	0,293 (0,222)
Chimie	-0,454** (0,225)	0,356 (0,235)	-0,513* (0,295)	0,249 (0,234)	-0,519** (0,254)	0,294 (0,234)	-0,482 (0,314)	0,247 (0,236)
Sciences de la vie	-0,567*** (0,217)	0,898*** (0,229)	-0,453 (0,303)	0,787*** (0,229)	-0,604*** (0,233)	0,821*** (0,228)	-0,409 (0,322)	0,784*** (0,230)
Labo universitaire	-0,103 (0,221)		-0,078 (0,325)		0,118 (0,254)		0,022 (0,335)	
UPR	0,010 (0,164)	0,585*** (0,182)	0,199 (0,222)	0,578*** (0,198)	0,087 (0,189)	0,510*** (0,191)	0,277 (0,241)	0,580*** (0,198)
INRA	-0,511 (0,351)		-0,564 (0,474)		-0,500 (0,368)		-0,646 (0,481)	
Financement :								
allocataire-moniteur	0,169 (0,170)	-0,565*** (0,167)	0,005 (0,233)	-0,742*** (0,180)	0,076 (0,196)	-0,622*** (0,177)	0,041 (0,239)	-0,745*** (0,180)
Allocation d’un autre ministère		-1,100*** (0,317)		-1,129*** (0,417)		-1,029*** (0,327)		-1,109*** (0,414)
Bourse d’un orga public, BDI	0,158 (0,231)	-0,831*** (0,195)	-0,433 (0,428)	-0,663*** (0,205)	-0,015 (0,286)	-0,837*** (0,190)	-0,363 (0,440)	-0,663*** (0,207)
Cifre	0,748*** (0,290)	-1,638*** (0,320)	-0,080 (0,709)	-1,273*** (0,268)	0,601 (0,401)	-1,559*** (0,291)	-0,016 (0,724)	-1,271*** (0,269)
Bourse association, fondation	0,447** (0,186)		0,527** (0,211)		0,467** (0,191)		0,496** (0,225)	
Bourse collectivité locale	0,261 (0,245)		0,360 (0,311)		0,264 (0,251)		0,317 (0,310)	
Félicitations du jury	-0,232* (0,138)	0,511*** (0,138)	-0,174 (0,179)	0,448*** (0,146)	-0,242 (0,151)	0,515*** (0,143)	-0,165 (0,189)	0,446*** (0,146)
En couple en fin de thèse		-0,148 (0,108)		-0,184 (0,136)		-0,171 (0,120)		-0,198 (0,137)
Voulait recherché publique				0,503*** (0,146)				0,510*** (0,147)
Aide du labo				0,350** (0,143)				0,349** (0,144)
Nombre de publi en thèse				0,066** (0,032)				0,066** (0,032)
Post-doc 1 en France, autre labo					0,262 (0,201)		0,305 (0,243)	
Post-doc 1 en France, même labo					0,421** (0,209)		0,541** (0,259)	
Post-doc 1 aux USA					0,107 (0,162)		0,103 (0,198)	
Post-doc 1 recherche fondamentale					-0,252 (0,155)			
Développement					-0,684*** (0,250)			
Nombre de publi durant post-doc 1					0,032 (0,029)			
Rho	-0,999*** (0,051)		-0,630** (0,318)		-0,980*** (0,079)		-0,581* (0,349)	
ln L	-428.2		-415.2		-418.9		-412.2	
N	482		482		482		482	

Source : enquête Irédu 2001. Estimation ML de modèles probit bivariés avec sélection. Equation 1 : probabilité d’effectuer un deuxième post-doc (effets marginaux prenant en compte les effets relatifs à l’équation 2). Equation 2 : probabilité d’avoir fait un premier post-doc (coefficients estimés). Significativité des coefficients : * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

2.1.4.4.. Expliquer la localisation du post-doc : résultats des estimations sur données Irédu 2001

Le départ en post-doc peut être expliqué, comme nous venons de le voir, par un ensemble de variables qui sont relativement différentes, d'une part, entre hommes et femmes, et, d'autre part, selon qu'est considérée la probabilité d'effectuer un premier ou un second post-doc. Mais, expliquer la localisation du(des) post-doc(s) est tout aussi importante qu'expliquer le départ en post-doc, surtout dans le contexte d'internationalisation croissante des processus d'innovation que nous avons déjà eu l'occasion de souligner. C'est également particulièrement utile pour préciser la nature de ces emplois et pour tenter de les distinguer des emplois du secteur « intermédiaire » dont nous parlerons par la suite. On s'attend notamment à trouver des différences sexuées importantes au niveau des déterminants de la localisation du post-doctorat. Cela va être précisé dans les deux sous-sections suivantes à l'aide de modélisations sur données Irédu (2001) et par la présentation de quelques données et études américaines sur l'impact du sexe et du statut matrimonial, et notamment sur l'impact différencié de ce dernier selon le genre, sur la mobilité internationale des chercheurs.

Nous procédons ici en deux temps : la localisation du premier post-doc est modélisée tout d'abord (A) avant que ne le soit la localisation du second post-doc (B).

A. La localisation du premier post-doc

Nous reprenons la typologie des localisations des post-docs utilisée dans la section « 2.1.3. Caractéristiques des post-doctorants français » (p. 192)²⁸⁰ :

- Avoir effectué le post-doc en France.
- Avoir été en post-doc aux USA.
- Avoir effectué le post-doc dans un autres pays.
- Ne pas avoir fait de post-doc (la référence).

²⁸⁰ Dans le chapitre 4, des estimations similaires – mais moins complètes compte tenu du fait que notre objectif est « simplement » de corriger la présence éventuelle d'un biais de sélection sur le salaire de l'emploi actuel lié à la localisation du post-doctorat – sont produites en isolant deux modalités : « post-doc en France » et « post-doc à l'étranger » (cf. section « b) Équations de salaires avec sélection (traitement de l'effet de la localisation du post-doctorat », p. 513).

Nous appliquons une analyse logit multinomiale à cette typologie.²⁸¹ Les résultats de l'estimation de trois modèles différents sont proposés dans le Tableau 76 (p. 225). Des estimations séparées hommes/femmes sont également présentées dans le Tableau 77.²⁸²

Le premier modèle du Tableau 76 inclut les variables de sexe, de disciplines du doctorat, de types du laboratoire de rattachement en thèse, d'orientation des recherches effectuées en thèse et de docteur-ingénieur. Dans le second modèle, outre ces premières variables, le type de financement de la thèse et la mention obtenue au doctorat sont pris en compte. Le troisième modèle y ajoute des variables relatives à l'opinion qu'ont les individus sur leur insertion – s'ils ont bénéficié ou non, selon eux, de l'aide de leur laboratoire lors de leur insertion d'après-thèse –, sur la carrière qu'ils souhaitaient au début du doctorat et sur le jugement qu'ils portent sur leur emploi actuel. Le statut familial y est également introduit. D'autres variables ont été testées, telles que la durée du doctorat ou l'âge au moment de la soutenance sans qu'elles soient jamais significatives.

a) Les effets de quelques variables « objectives »

Les docteurs-ingénieurs ont une probabilité plus élevée de faire un post-doc en France – et cette probabilité est plus élevée pour les femmes (0,22) que pour les hommes (0,08) – mais clairement une probabilité plus faible de partir à l'étranger pour leur post-doc, toutes choses égales par ailleurs. Le post-doc est, pour eux, probablement plus une expérience professionnelle, ou un emploi d'attente, d'après-thèse qu'un moyen de favoriser leur entrée dans le secteur académique..

L'orientation des recherches menées en thèse est clairement un déterminant important de la localisation du post-doc. Si les recherches ont été plutôt fondamentales, cela augmente la probabilité de partir en post-doc à l'étranger, que ce soit aux Etats-Unis ou dans un autre pays (mais cet effet ne semble jouer que pour les hommes). Le post-doc peut dans ce cas être considéré comme une première étape, et une étape dorénavant indispensable dans certaines disciplines, dans l'accès à la sphère académique.

²⁸¹ Nous présentons les effets marginaux pour les trois premières modalités, la quatrième pouvant être logiquement déduite en notant que les quatre probabilités marginales somment à 1. Pour une présentation de ces modèles, se reporter à la section « 2.1.2.2. D'une mesure des effets disciplines sur les conditions objectives d'emploi, ceteris paribus... », p. 71.

²⁸² Les vecteurs de variables explicatives sont identiques pour les deux sexes mais légèrement différents de ceux des modèles incluant l'ensemble de l'échantillon. En effet, nous avons dû, d'une part, ôter de l'estimation une ou deux variables devenues un peu trop colinéaires entre elles ou impliquant l'application de restrictions dans l'estimation des coefficients, et d'autre part, nous n'avons conservé ici que les variables significatives.

La discipline de la thèse a des effets contrastés sur les départs en post-doc. Si globalement, la physique n'exerce pas d'effets significatifs, ces effets sont différents pour les hommes et pour les femmes. De même, si les chimistes ont une probabilité plus faible de faire un post-doc en France, et très légèrement plus élevée de faire un post-doc à l'étranger hors USA, les effets sont également différenciés selon le sexe. Les effets différents entre hommes et femmes de ces disciplines provient probablement de l'effet du sexe sur la probabilité de départ en post-doc toutes choses égales par ailleurs. Dans les modèles estimés séparément pour les deux sexes, il n'est donc pas surprenant d'obtenir des effets disciplines différents selon que le post-doc s'effectue en France ou à l'étranger (singulièrement aux Etats-Unis). Il ne faut simplement pas perdre à l'esprit que les femmes demeurent plus souvent en France et partent beaucoup moins en post-doc à l'étranger (effets sur la constante dans les modèles séparés) et que les effets sont des effets marginaux, toutes choses égales par ailleurs. L'effet des sciences de la vie est très clair en revanche. Les docteurs en sciences de la vie ont en effet une probabilité accrue (de 18%) de partir en post-doc aux Etats-Unis, et l'effet est similaire pour les femmes et pour les hommes, même s'il est d'une moindre ampleur pour ces derniers. C'est donc particulièrement dans cette discipline que le post-doc est une nécessité pour les docteurs voulant intégrer le monde académique. Et ce post-doc est, dans la très grande majorité des cas, effectué aux Etats-Unis. En combinant quelques-uns des éléments précédents on trouve alors que les docteurs en sciences de la vie, à thèse souvent fondamentale, qui désirent en général intégrer la recherche publique, et dont les perspectives d'emploi hors académie sont parfois plus limitées que dans d'autres disciplines, ont une très forte probabilité d'effectuer un post-doc aux USA, post-doc qui est alors ressenti, de fait, comme une nécessité pour ces individus.²⁸³

Le laboratoire de rattachement exerce un certain effet sur le post-doc sans que des conclusions déterminantes puissent en être tirées. Les thésards qui ont fait leur thèse dans un laboratoire mixte, associé ou universitaire ont une probabilité plus élevée de ne pas faire de post-doc, et en particulier, une probabilité plus faible de partir à l'étranger en post-doc. Les effets sont relativement similaires pour les docteurs issus des laboratoires de l'INRA et de

²⁸³ Lors du colloque Biotechno 2003, j'ai pu concrètement vérifier, lors des discussions à la suite de ma présentation, que la plupart des doctorants avaient vraiment cette vision du post-doctorat à l'étranger comme un passage obligé pour l'accès à un poste à l'université ou dans la recherche publique française ; vision partagée et propagée par de nombreux acteurs des institutions scientifiques. Mes résultats ne confirmant pas vraiment cette vision (voir plus loin), certaines réactions de surprise, ou de scepticisme, se sont manifestées. Cependant, le plus souvent, des réactions plus positives ont été exprimées et les résultats confirmés par un grand nombre de post-doctorants partis à l'étranger.

l'INSERM. Les docteurs issus du CEA, s'ils partent plus souvent en post-doc, ont essentiellement une probabilité plus élevée de faire un post-doc en France. Les effets des laboratoires de rattachement nous amènent à conclure que ce sont les thésards des unités propres du CNRS – la référence – qui sont le plus susceptibles de partir en post-doc et plus particulièrement en post-doc à l'étranger. Le label CNRS, l'historique de ces unités et les effets réseaux facilitent probablement le placement des thésards dans certains grands organismes de recherche à l'étranger.

Les financements du doctorat de nature plus particulièrement « publique » – monitorat, allocation d'un autre ministère, bourse d'un autre organisme public – augmentent la probabilité de ne pas effectuer de post-doc mais accroissent la probabilité de faire un post-doc à l'étranger, singulièrement aux USA.²⁸⁴ Les post-docs en France ne s'adressent donc pas à ces thésards « favorisés » ce qui fournit un indice supplémentaire sur la nature des post-doctorats en France. Deux interprétations sont possibles : soit que ces individus aient rapidement trouvé un emploi à l'issue de la thèse sans avoir besoin de faire un post-doc, soit qu'ils vont essayer de faire un « bon » post-doc, ou en tout état de cause, un post-doc susceptible d'être valorisé sur le marché académique, c'est-à-dire un post-doc à l'étranger.

L'obtention des félicitations du jury à la thèse augmente la probabilité de faire un post-doc, que ce soit en France ou aux Etats-Unis. Il est probable que ces docteurs, qui ont fourni des efforts importants en thèse pour obtenir cette mention, souhaitent plus particulièrement intégrer la recherche universitaire et vont donc tenter de se conformer aux nécessités de recrutement dans ce secteur en faisant un post-doc, soit en France – ce qui dans ce cas traduit peut-être une position d'attente d'un poste « réservé » à un doctorant –, soit à l'étranger – ce qui est alors peut-être le signe d'une volonté de valorisation d'une recherche de qualité ou d'une tentative d'accroissement des compétences académiques. Les effets de la variable « félicitations du jury » sont semblables pour les hommes et pour les femmes.

b) Les effets de quelques variables plus subjectives

Le modèle 3 intègre des variables plus « psychologiques » liées à l'appréhension qu'ont les individus eux-mêmes de leur environnement de thèse et de leurs perspectives d'emploi.

²⁸⁴ L'effet de ces variables sur la probabilité de partir aux USA en post-doc est particulièrement prononcé pour les femmes. Il semble que celles-ci se doivent donc de posséder des caractéristiques bien spécifiques, dont fait partie le financement, pour entreprendre un post-doc aux Etats-Unis (on serait tenter de dire plus précisément « pour que cela les incite à entreprendre un post-doc aux USA »).

Les docteurs qui souhaitent, en début de thèse, travailler à l'université ou dans la recherche publique, ont clairement une plus forte probabilité d'avoir effectué un post-doc en France (+18%), et dans une moindre mesure aux USA (+7%). Ces individus se donnent alors probablement les moyens de maximiser leur chance de recrutement dans la sphère académique en effectuant un post-doc. Les effets sont une nouvelle fois très similaires entre hommes et femmes.

Deux autres variables, plus contestables, sont présentes dans le modèle 3. Elles concernent la vision subjective qu'ont les docteurs de leur insertion.²⁸⁵

Les docteurs qui estiment avoir bénéficié d'une certaine aide d'un des membres de leur laboratoire de thèse pour leur insertion ont une plus forte probabilité de faire un post-doctorat, en France (+8%) et aux USA (+6%).²⁸⁶ Le post-doc a alors probablement été, pour ces docteurs, une première étape vers le recrutement, sans qu'ils ne perdent les relations qui les lient à leur laboratoire d'origine.

Les docteurs qui affirment qu'ils n'ont pas trouvé l'emploi désiré (pour des raisons professionnelles) ont une probabilité plus élevée d'avoir effectué un post-doc en France (+8%) et aux USA (+13%). Le post-doc n'est donc pas toujours une étape couronnée de succès et peut traduire pour une partie des docteurs une position d'attente (illusoire) du poste convoité. Il conviendra de renverser le sens de l'analyse pour voir dans quelle mesure le post-doc ne favorise pas l'accès à un emploi et dans quelle mesure il affecte la satisfaction avec cet emploi.

c) Différences hommes-femmes : comment expliquer que les femmes soient moins mobiles internationalement ?

La variable de genre confirme les résultats énoncés précédemment : la grande différence entre hommes et femmes n'est pas tant la probabilité de départ en post-doc (qui serait légèrement inférieure de 3 à 5% selon les modèles une fois pris en compte l'ensemble des

²⁸⁵ Nous présentons toutefois les résultats de ces modèles, mais sans conviction. D'une part, la relation de causalité qu'on veut mesurer avec ces variables va bien des perceptions individuelles mesurées à posteriori vers le départ en post-doc et plus précisément la localisation du post-doc. D'autre part, les deux variables en question n'ont pas le même statut. La seconde, le fait de considérer de ne pas avoir trouvé un emploi correspondant à ses attentes pour des raisons professionnelles, nous semble plus satisfaisante que la première car elle traduit, dans une certaine mesure, l'effet du post-doc comme position d'attente.

²⁸⁶ L'effet marginal (de 10%) sur le post-doc dans un autre pays est peu significatif.

autres effets²⁸⁷), mais le lieu du post-doc. Les femmes ont en effet une probabilité plus élevée de demeurer en France pour leur post-doc (probabilité marginale de 0,17-0,20) et une probabilité bien plus faible de partir à l'étranger, surtout aux Etats-Unis (effet marginal de -0,10).

Les variables de contexte familial exercent une influence sur le choix de localisation du post-doctorat. En effet, si, globalement, le fait de vivre en couple en fin de thèse diminue la probabilité d'effectuer un post-doc²⁸⁸, et essentiellement d'effectuer un post-doc aux USA, cet effet est différencié selon le sexe. La probabilité d'entreprendre un post-doc en France est plus fortement accrue pour les femmes vivant en couple en fin de thèse que pour les hommes en couple en fin de thèse (effet marginal de 0.09 contre 0.04). Par contre, l'effet le plus important se situe au niveau de l'impact de la vie en couple, pour les femmes, sur les départs en post-doc aux Etats-Unis.²⁸⁹ En effet, pour les hommes cette variable n'a pas d'effet significatif sur les départs à l'étranger (que ce soit aux Etats-Unis ou dans un autre pays) alors que l'effet correspondant est fortement négatif pour les femmes.²⁹⁰ L'insertion post-post-doctorale risque donc d'être affectée par les différences observées – toutes choses égales par ailleurs, rappelons-le – entre hommes et femmes au niveau de la réalisation du post-doc et principalement au niveau des départs en post-doc à l'étranger, disparités en partie expliquées par une différence sexuée dans les rôles familiaux.

Ce résultat confirme celui de plusieurs études américaines. Shauman et Xie (1996) montraient par exemple que les femmes qui ont une carrière scientifique subissent des obstacles spécifiques à la mobilité géographique à partir du moment où elles ont des

²⁸⁷ Mais cet effet n'est pas plus significatif ici que celui observé dans les modèles probit simples sur la probabilité de départ en post-doc (voir Tableau 68 p. 204 et note 263 p. 203).

²⁸⁸ On retrouve l'effet marginal, mesuré sur l'ensemble de l'échantillon, d'environ 10% sur la probabilité d'effectuer un post-doc (cf. Tableau 68 p. 204).

²⁸⁹ Une autre distinction dans la localisation des post-doctorats serait alors probablement utile si nos données le permettaient. Il conviendrait en effet de séparer les post-doctorats effectués dans un pays lointain – et pas seulement au sens géographique du terme, ce qualificatif devant inclure plus sûrement les dimensions culturelle et linguistique – (tels que les USA ou le Japon) des post-doctorats effectués dans un pays proche (tels que les pays de l'UE). Hélas, le faible nombre d'observation ne permet pas d'utiliser ces modalités comme variable explicative en toute sérénité. On considérera donc que c'est probablement plus l'éloignement, géographique et culturel, qui désincite les femmes à effectuer un post-doctorat aux USA plutôt qu'un effet désincitatif propre aux Etats-Unis pour les femmes.

²⁹⁰ Probabilité marginale de -0,16 pour les USA et -0,06 pour les autres pays, mais ce dernier effet n'est pas significatif.

enfants.²⁹¹ Sur ce point, les chercheurs ont depuis longtemps souligné que la difficile mobilité des femmes mariées les empêchent de profiter de certaines opportunités de carrières (Mincer 1978, Marwell et al. 1979, Ruane Morrison et Lichter 1988). Cette question a souvent été testée sur des couples dont les deux membres poursuivent une carrières scientifiques (*dual career couples* ; cf. Boyle et al. 1992, Bielby et Bielby 1992). L'hypothèse sous-jacente à ce genre d'études est que la mobilité géographique a un effet positif sur le déroulement de la carrière. Les conclusions qui émergent sont en général que l'interruption de carrière due à un déménagement est dommageable aux carrières scientifiques féminines (Campbell 1988, McElrath 1992, Kulis and Sicotte 2002). Au niveau de la mobilité géographique en post-doctorat, Nerad résume ainsi la situation, à l'aide des résultats de l'enquête *Ph.D.s – Ten Years Later* (Nerad et Cerny 1999) :

“For women, the motivation to enter postdoctoral positions was often connected to the desire to live in the same location as the “significant other”, and to combine family and career. Sixty-one percent of the women in the survey were married to a spouse having a PhD, a JD, or an MD, but only 27% of the men in the survey had a spouse with such degrees. One consequence of this marriage pattern is that in order for couples to live in the same geographic area, one of them must often accept non-tenure track employment. [...] There is a strong indication that after PhD completion women combine a committed relationship, family creation, and career with working in postdoctoral appointments that allow them to be in the same location as their partners.” (Nerad in CPST 2002, p. 22-23).

L'approche théorique des liens entre famille et travail basée sur les externalités prévaudrait donc dans la sphère académique²⁹² où les externalités de la vie familiale sur la sphère du travail seraient donc négatives dans le milieu universitaire. Les conclusions de plusieurs études anglo-saxonnes sur les conséquences pour les femmes du mariage, de la naissance ou plus généralement de la vie familiale, dépassent, et de loin, les considérations de mobilité géographique, et concernent l'évolution même de la carrière des femmes à l'université.²⁹³ Dans la sphère académique, la combinaison des rôles familiaux et

²⁹¹ Le papier de Zuckerman dans le livre édité par Zuckerman, Cole et Bruer (1992, p. 27-55) avançait également qu'une partie des différences observées dans les rémunérations et dans les progressions de carrières entre hommes et femmes peuvent en partie s'expliquer par des différences de mobilité, elles-mêmes liées aux différences sexuées dans les rôles familiaux. Les femmes ne semblent d'ailleurs pas seulement désavantagées en terme de mobilité géographique mais également en terme de mobilité dans l'emploi (Forster 2001).

²⁹² Deux autres approches théoriques ont été proposées. La première – l'approche de la « segmentation » - tente de démontrer que famille et travail sont deux sphères indépendantes qui n'ont pas d'effet l'une sur l'autre. La seconde – l'approche basée sur la « compensation » – explique au contraire que les deux sphères sont liées et que l'investissement dans l'une dépend des conditions inhérentes à l'autre. Voir par exemple Lambert (1990).

²⁹³ En France, la Mission pour la parité dans la recherche et l'enseignement supérieur du Ministère de la Recherche s'est également penchée sur ces questions et a publié en 2002 le Livre Blanc *Les femmes dans la recherche française*. Voir également le rapport d'Esterle et Chapelle (2002) et pour un point de vue plus global

professionnels serait donc particulièrement difficile et il y existerait un conflit entre les rôles d'épouse, de mère et d'universitaire (Arber et Ginn 1995, Cole et Bruer 1992, Forster 2001, Grant, Kennelly et Ward 2000, Sorcinelli et Near 1989, Zuckerman, Cole et Bruer 1992)²⁹⁴.

La question est alors de savoir comment réduire le « tuyau percé » (*leaky pipeline*²⁹⁵). C'est une des préoccupations majeures récentes de la Commission Européenne dans l'atteinte de « l'objectif 3% » :

“The talent pool of women researchers will thus be critical in reaching the 3% objective.”
(European Communication, 2003c, p. 12).

Pour terminer sur cette question nous avons voulu savoir, à l'aide de données plus globales, quelle est la proportion de femmes parmi les post-doctorants aux USA selon la nationalité. On trouve alors (Tableau 72, p. 222) que la proportion de femmes varie grandement d'une discipline à l'autre – pour les sciences exactes, elle va de 19,8% en sciences pour l'ingénieur à 39,8% en sciences de la vie – mais que cette proportion est systématiquement plus élevée parmi les citoyens américains et résidents permanents que parmi les étrangers résidents temporaires – les écarts en points de pourcentage sont compris entre 2,2% en sciences de la terre et 10,6% en mathématiques et informatique.²⁹⁶

On s'est aussi demandé comment a évolué la proportion de femmes entre ces deux catégories au cours du temps. En prenant deux dates à plus de vingt ans d'écart, 1979 et 2001 – la disponibilité des données ne permet pas de remonter plus avant –, on constate alors que la proportion de femmes parmi l'ensemble des post-doctorants aux Etats-Unis (quelque soit la

sur l'accès aux emplois de la haute fonction publique, le rapport de Le Pors (2002). Enfin, pour une perspective plus européenne on se référera utilement au rapport du réseau ETAN, *European Technology Assessment Network* (Commission Européenne 2001).

²⁹⁴ Ces études sont essentiellement basées sur des interviews et demandent leur sentiment aux universitaires. Néanmoins, elles se basent également parfois sur la productivité de ces mêmes individus pour montrer qu'il existe un conflit, qui est spécifique aux femmes, entre rôle familiaux et rôles au travail dans le déroulement des carrières universitaires. Cole (1987) et Long (1990) montrent par exemple que le nombre de publications des universitaires de sexe féminin a tendance à diminuer à mesure que le nombre d'enfants augmente. Finkel et Olswang (1996), Finkel, Olswang et She (1994) et Long et Fox (1995) montraient par exemple également que les rôles familiaux exercent un effet spécifique négatif pour les femmes sur la progression de la carrière et sur la collaboration dans l'activité scientifique. Voir également les études plus récentes de Perna (2001), Gaio et Cabral-Cardoso (2002), Mason et Goulden (2002), Varner (2003) et Wilson (2003). Pour la France, le rapport Boukhobza, Delavault et Hermann (2000) s'intéressait à la place spécifique des femmes parmi les enseignants-chercheurs.

²⁹⁵ Cette image signifie que la proportion de femmes tend à se réduire à mesure qu'on monte dans la hiérarchie des professions scientifiques.

²⁹⁶ Le calcul des odds ratios (dernière colonne du tableau) ne modifie que très légèrement la hiérarchie des disciplines établies à partir des différences en points de pourcentage.

nationalité) a fortement augmenté pour chacune des grandes disciplines ici considérée (Tableau 73). Elle est passée globalement pour l'ensemble des sciences exactes de 18,5% à 32,3%. En revanche, l'évolution des écarts entre la proportion de femmes parmi les citoyens américains et parmi les étrangers résidents temporaires n'est pas aussi évidente ; c'est d'ailleurs pourquoi nous proposons, dans les deux dernières colonnes du tableau, deux mesures de l'évolution de cet écart : les variations des différences en points de pourcentage et les variations des odds ratios. En mathématiques et informatique, on est ainsi passé d'un écart de 4,4 points de pourcentage en 1979 à un écart de 16,7 points en 2001. Les écarts entre la proportion de femmes parmi les citoyens américains et parmi les étrangers résidents temporaires se sont donc creusés dans ces disciplines, ce que n'infirme d'ailleurs pas le calcul des odds ratios. En sciences pour l'ingénieur, les évolutions sont moins évidentes puisque le calcul des différences en points de pourcentage et des odds ratios fournit des résultats contradictoires. Pour les trois autres disciplines – sciences physiques, sciences de la terre, sciences de la vie – les choses sont plus claires : les écarts se sont sensiblement réduits. Dans ces disciplines, la proportion de femmes parmi les étrangers résidents temporaires a eu tendance à se rapprocher de celle calculée parmi les citoyens américains et résidents permanents, sans toutefois la rejoindre. Le fait d'être une femme aujourd'hui serait donc un moindre frein à la mobilité internationale en post-doctorat.²⁹⁷

Tableau 72. Etats-Unis : proportion de femmes parmi les post-doctorants citoyens américains et étrangers, en 2001 (%).

Disciplines (nombre total de postdocs)	Citoyens américains et résidents permanents	Étrangers résidents temporaires	Différences	Odds ratios
SPI (3118)	19.8	12.9	6.9	1.67
Maths, informatique (715)	22.9	12.3	10.6	2.12
Sciences physiques (6212)	21.0	15.7	5.3	1.43
Sciences de la terre (1035)	28.4	26.1	2.2	1.12
Sciences de la vie (30651)	39.8	34.6	5.2	1.25
TOTAL S&E (42989)	36.7	29.0	7.7	1.42

Source : nos calculs à partir de la base de données WebCASPAR, NSF. Différences : différences en points de pourcentage entre la proportion de femmes parmi les citoyens américains et les résidents temporaires et la proportion de femmes parmi les étrangers résidents temporaires. Odds ratios : ratios du rapport de la proportion

²⁹⁷ Cette conclusion est cependant un peu osée compte tenu des calculs globaux et non toutes choses égales par ailleurs que nous avons effectués. Il faudrait tenir compte des autres transformations ayant affecté la population des post-doctorants (et notamment de l'évolution de l'origine géographique de ceux-ci). Il faudrait également tenir compte de l'évolution parallèle de la proportion de femmes parmi les docteurs. On se contentera donc plus sûrement de notre première conclusion : il y a relativement plus de femmes aujourd'hui parmi les post-doctorants étrangers aux USA même si un écart persiste par rapport à la proportion correspondante parmi les post-doctorants citoyens américains et résidents permanents.

de femmes parmi les citoyens américains à la proportion d'hommes parmi les citoyens américains, au rapport correspondant calculé parmi les étrangers résidents temporaires.

Tableau 73. Etats-Unis : évolution de la proportion de femmes parmi les post-doctorants citoyens américains et étrangers entre 1979 et 2001.

Disciplines	1979			2001			Variations des différences	Variations des odds ratios
	Prop	Diff	Odds	Prop	Diff	Odds		
SPI	4.7	2.6	1.76	15.1	6.9	1.67	4.3	-0.09
Maths, informatique	11.0	4.4	1.60	16.7	10.6	2.12	6.2	0.53
Sciences physiques	9.6	5.9	2.02	17.4	5.3	1.43	-0.6	-0.59
Sciences de la terre	9.5	6.3	2.30	27.4	2.2	1.12	-4.0	-1.18
Sciences de la vie	22.0	8.2	1.69	36.9	5.2	1.25	-3.0	-0.43
TOTAL S&E	18.5	10.7	2.20	32.3	7.7	1.42	-3.0	-0.78

Source : nos calculs à partir de la base de données WebCASPAR, NSF. Prop = proportion de femmes parmi l'ensemble des post-doctorants (citoyens américains et étrangers). Diff = différences en points de pourcentage entre la proportion de femmes parmi les citoyens américains et la proportion de femmes parmi les étrangers résidents temporaires. Odds = odds ratios « citoyens américains / étrangers résidents temporaires ».

Revenons-en maintenant à nos estimations sur données Irédu 2001. Un problème d'endogénéité peut apparaître quant aux variables de contexte familial. En effet, la décision de vivre en couple peut être retardée ou avancée en fonction des projets professionnels. Le départ en post-doc est ainsi susceptible de retarder la mise en ménage. Nous possédons hélas assez peu de variables pour tenter de comprendre les déterminants, forcément complexes, des décisions familiales, d'autant que celles-ci ne peuvent se comprendre au seul niveau individuel mais doivent plus sûrement s'analyser au niveau du ménage (en tenant compte, entre autres, de l'emploi et du salaire du conjoint).

Une tentative pour séparer les variables endogènes des variables exogènes a néanmoins été faite en construisant une variable de mise en couple en cours de thèse.²⁹⁸ Cette variable a, comme nous l'avons déjà souligné, évidemment le défaut de ne pas être observée et peut masquer les temporalités de la vie familiale. Dans le Tableau 74 qui suit, on constate alors que 25% des femmes qui ont entrepris un post-doc en France s'étaient mises en couple en cours de thèse. Ce n'est le cas que de 17% de celles qui sont parties en post-doc à l'étranger. Il est donc possible qu'un léger effet d'endogénéité soit présent pour les femmes puisqu'une partie de la différence de vie en couple entre docteurs ayant effectué un post-doc en France et celles

²⁹⁸ Voir aussi Tableau 49 page 169.

l'ayant effectué à l'étranger (18 points de pourcentage) pourrait être imputé en partie à un retard de mise en couple (7 points). En revanche, les différences de vie en couple et de mise en couple selon la localisation du post-doctorat sont faibles pour les hommes puisqu'elles ne sont respectivement que de quatre et trois points de pourcentage. L'estimation de modèles probit bivariés pour tenir compte de ce problème d'endogénéité a été tentée sans succès, les variables pour expliquer la probabilité de vivre en couple étant en effet trop peu nombreuses dans notre base de données.

Tableau 74. Vie en couple à la fin de la thèse et mise en couple en cours de thèse selon la localisation du post-doc, par sexe (%).

	Hommes	Femmes	Ensemble
Vie en couple en fin de thèse			
Post-doc en France	55	58	57
Post-doc à l'étranger	53	41	48
Mise en couple entre le début et la fin de la thèse			
Post-doc en France	21	25	23
Post-doc à l'étranger	18	17	18

Source : enquête Irédu 2001. Lecture : 55% des hommes ayant effectué un post-doc en France vivaient en couple à la fin de la thèse contre 53% pour ceux ayant effectué un post-doc à l'étranger. 21% des hommes ayant effectué un post-doc en France s'étaient mis en ménage entre le début et la fin de la thèse.

Pour terminer cette section, on peut constater que les modèles sont d'une bonne qualité et prévoient plutôt bien les différentes modalités. A titre d'exemple, la matrice suivante présente les valeurs réalisées et prévues à l'aide du modèle global numéro 2.

Tableau 75. Matrice de prévision du modèle probit numéro 2 du Tableau 76

Réalizations	Prévisions				Total
	0	1	2	3	
0	145	16	13	12	186
1	36	57	4	14	111
2	31	19	28	10	88
3	31	24	15	27	97
Total	243	116	60	63	482

Source : enquête Irédu 2001.

Tableau 76. Variables expliquant la localisation du premier post-doc (probabilités marginales).

	Modèle 1			Modèle 2			Modèle 3		
	France	USA	Autres	France	USA	Autres	France	USA	Autres
Constante	-0,10*** (0,024)	-0,06*** (0,017)	-0,09 (0,084)	-0,09*** (0,026)	-0,13*** (0,020)	-0,08 (0,092)	-0,23*** (0,037)	-0,14*** (0,029)	-0,06 (0,117)
Sexe féminin	0,17*** (0,015)	-0,10*** (0,010)	-0,02 (0,044)	0,17*** (0,015)	-0,10*** (0,011)	-0,02 (0,047)	0,20*** (0,020)	-0,11*** (0,014)	-0,06 (0,059)
Docteur-ingénieur	0,04*** (0,016)	-0,04*** (0,010)	-0,09* (0,054)	0,09*** (0,017)	-0,08*** (0,012)	-0,09 (0,060)	0,13*** (0,023)	-0,11*** (0,016)	-0,14* (0,077)
Thèse plutôt fondamentale	0,04*** (0,014)	0,04*** (0,009)	0,13*** (0,051)	0,02* (0,014)	0,04*** (0,010)	0,14** (0,055)	-0,03 (0,019)	0,03** (0,014)	0,16** (0,069)
Discipline :									
physique	-0,03 (0,024)	-0,01 (0,016)	0,09 (0,078)	-0,03 (0,024)	-0,01 (0,018)	0,10 (0,083)	-0,04 (0,029)	0,02 (0,023)	0,11 (0,098)
Chimie	-0,09*** (0,025)	-0,02 (0,017)	0,17* (0,085)	-0,09*** (0,025)	-0,06*** (0,019)	0,17* (0,091)	-0,07** (0,032)	-0,05* (0,025)	0,20* (0,110)
Sciences de la vie	0,03 (0,024)	0,18*** (0,017)	0,12 (0,079)	0,01 (0,025)	0,18*** (0,018)	0,12 (0,086)	-0,03 (0,031)	0,18*** (0,024)	0,14 (0,102)
Labo de thèse :									
UMR	0,00 (0,018)	-0,02 (0,012)	-0,12** (0,060)	-0,01 (0,018)	-0,01 (0,013)	-0,14** (0,066)	-0,03 (0,023)	-0,07*** (0,018)	-0,15* (0,080)
URA	0,01 (0,022)	0,01 (0,015)	-0,13* (0,074)	-0,04 (0,022)	-0,01 (0,017)	-0,16** (0,081)	-0,06** (0,028)	-0,06** (0,022)	-0,19* (0,096)
Universitaire	-0,12*** (0,023)	-0,33*** (0,019)	0,07 (0,075)	-0,14*** (0,023)	-0,36*** (0,021)	0,05 (0,080)	-0,12*** (0,030)	-0,45*** (0,029)	0,01 (0,099)
CEA	0,08** (0,042)	-0,02 (0,029)	-0,40** (0,200)	0,09** (0,042)	0,01 (0,031)	-0,42** (0,213)	0,06 (0,049)	-0,05 (0,039)	-0,45* (0,231)
INRA	0,01 (0,036)	-0,10*** (0,024)	-0,19 (0,120)	0,06 (0,037)	-0,13*** (0,027)	-0,20 (0,130)	0,06 (0,049)	-0,16*** (0,037)	-0,30* (0,164)
INSERM	0,02 (0,029)	-0,12*** (0,019)	-0,08 (0,092)	-0,03 (0,029)	-0,14*** (0,021)	-0,10 (0,099)	-0,03 (0,038)	-0,18*** (0,029)	-0,14 (0,122)
Financement :									
moniteur				-0,16*** (0,017)	0,05*** (0,012)	0,01 (0,057)	-0,19*** (0,023)	0,06*** (0,018)	-0,01 (0,070)
Chargé de TD ou TP				0,05** (0,020)	0,14*** (0,015)	0,02 (0,068)	-0,01 (0,026)	0,14*** (0,021)	0,03 (0,083)
Allocation autre ministère				-0,35*** (0,052)	0,12*** (0,038)	-0,08 (0,175)	-0,39*** (0,059)	0,18*** (0,047)	-0,10 (0,190)
Bourse d'un organisme public				-0,34*** (0,025)	0,15*** (0,017)	-0,01 (0,075)	-0,34*** (0,031)	0,23*** (0,024)	-0,01 (0,090)
Félicitations du jury				0,11*** (0,013)	0,08*** (0,010)	0,00 (0,045)	0,10*** (0,017)	0,09*** (0,013)	0,00 (0,053)
En couple à la fin de la thèse							0,05*** (0,017)	-0,10*** (0,013)	-0,05 (0,054)
Aide du labo pour insertion							0,08*** (0,017)	0,06*** (0,014)	0,10* (0,059)
Voulait travailler recherche publiq.							0,18*** (0,019)	0,07*** (0,014)	0,00 (0,058)
N'a pas trouvé l'emploi désiré							0,08*** (0,019)	0,13*** (0,015)	0,06 (0,062)
ln L		-566.8			-538.0			-452.17	
ln L0		-647.7			-645.3			-581.8	
Chi-deux		161.8***			214.5***			259.3***	
Nombre d'obs.		482			482			482	

Source : enquête Irédu 2001. Estimations ML de modèles logit multinomiaux. Effets marginaux pour les trois alternatives : avoir effectué un post-doc en France, aux USA ou dans un autre pays vs. ne pas avoir effectué de post-doc. * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

Tableau 77. Localisation du premier post-doc, estimations séparées hommes-femmes (probabilités marginales).

	Hommes			Femmes		
	France	USA	Autres	France	USA	Autres
Constante	-0,37*** (0,026)	-0,18*** (0,030)	-0,12 (0,125)	0,21*** (0,066)	-0,41*** (0,030)	-0,10 (0,146)
Docteur-ingénieur	0,08*** (0,013)	-0,07*** (0,017)	-0,04 (0,070)	0,22*** (0,072)	0,05** (0,024)	-0,49 (0,338)
Thèse plutôt fondamentale	-0,01 (0,012)	0,09*** (0,016)	0,13* (0,073)	0,00 (0,037)	0,02 (0,012)	0,09 (0,082)
Discipline :						
physique	0,20*** (0,020)	-0,10*** (0,026)	-0,02 (0,105)	-0,40*** (0,072)	0,24*** (0,023)	0,11 (0,139)
Chimie	0,11*** (0,019)	-0,14*** (0,027)	0,11 (0,109)	-0,18*** (0,070)	0,12*** (0,024)	0,03 (0,141)
Sciences de la vie	0,19*** (0,021)	0,11*** (0,029)	0,01 (0,118)	-0,20*** (0,063)	0,26*** (0,021)	0,13 (0,133)
Laboratoire : UMR	-0,05*** (0,012)	0,06*** (0,018)	-0,11 (0,076)	0,17*** (0,042)	0,05*** (0,014)	-0,06 (0,089)
URA	-0,07*** (0,016)	0,09*** (0,024)	-0,11 (0,097)	0,09 (0,055)	0,01 (0,019)	-0,18 (0,128)
INSERM	0,02 (0,032)	-0,10** (0,045)	-0,10 (0,180)	0,01 (0,047)	0,00 (0,016)	-0,05 (0,099)
Financement :						
moniteur	-0,10*** (0,015)	-0,02 (0,020)	0,02 (0,080)	-0,28*** (0,045)	0,04*** (0,014)	0,06 (0,090)
Chargé de TD, TP	0,06*** (0,016)	0,04* (0,023)	0,05 (0,091)	0,02 (0,054)	0,18*** (0,021)	-0,06 (0,115)
Bourse organisme public	-0,15*** (0,018)	0,12*** (0,026)	-0,10 (0,103)	-0,62*** (0,092)	0,16*** (0,025)	0,35 (0,253)
Félicitations du jury	0,09*** (0,011)	0,10*** (0,016)	0,02 (0,062)	0,08** (0,031)	0,08*** (0,011)	-0,02 (0,066)
En couple en fin de thèse	0,04*** (0,011)	0,02 (0,015)	0,00 (0,059)	0,09*** (0,035)	-0,16*** (0,012)	-0,06 (0,070)
Voulait travailler recherche publique	0,14*** (0,013)	0,05*** (0,017)	0,09 (0,071)	0,11*** (0,032)	0,10*** (0,012)	0,04 (0,068)
ln L		-312.3			-200.2	
ln L0		-371.2			-255.3	
Chi-deux		117.9***			110.2***	
Nombre d'obs.		292			190	

Source : enquête Irédu 2001. Estimation ML de modèles logit multinomiaux. Effets marginaux pour les trois alternatives : avoir effectué un post-doc en France, aux USA ou dans un autre pays vs. ne pas avoir effectué de post-doc (référence). * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

B. La localisation du second post-doc

Nous étudions les déterminants de la localisation du second post-doc de la même façon que précédemment. Nous proposons l'estimation de quatre modèles dont les résultats sont présentés dans le Tableau 78 (p. 232).

Le premier modèle a été estimé sur la population globale. Il s'agit donc de la probabilité de faire un second post-doc en France ou à l'étranger par rapport à la situation de référence qui englobe tous les individus qui ont fait ou non un premier post-doc.

Ensuite, dans les modèles 2, 3 et 4, nous sélectionnons la population des docteurs ayant effectué un premier post-doc²⁹⁹ et nous étudions la probabilité conditionnelle de localisation du second post-doc, avec trois modalités :

- Faire un deuxième post-doc en France,
- Effectuer un second post-doc à l'étranger,
- Ne pas faire de second post-doc.

Dans le modèle 2, nous introduisons les variables désormais habituelles : sexe, ingénieur, orientation des recherches en thèse, discipline, laboratoire de rattachement, financements, mentions. Nous y faisons également figurer la localisation et la rémunération du premier postdoc.

Les modèles 3 et 4 prennent en compte, en plus, deux variables décrivant l'activité de recherche durant le premier post-doc : l'orientation des recherches avec trois modalités possibles (fondamentale, appliquée, développement, la deuxième étant la modalité de référence) et le nombre de publications réalisées durant ou à partir des résultats des travaux effectués durant le premier post-doc. La différence entre le modèle 3 et le modèle 4 se situe au niveau de l'introduction du carré de la rémunération du premier post-doc dans le modèle 4, alors que cette variable ne figure pas dans le modèle 3.³⁰⁰

Nous ne commenterons pas spécifiquement les résultats du premier modèle qui concerne donc l'ensemble de l'échantillon et modélise ainsi la probabilité d'effectuer deux post-doctorats. Nous centrerons au contraire notre propos sur les trois autres modèles qui expliquent donc la probabilité de faire un second post-doc pour les individus ayant déjà

²⁹⁹ Un problème de sélection peut potentiellement perturber les estimations obtenues. Des tentatives d'estimation de modèles avec sélection ont été effectuées, en vain. Les problèmes proviennent une nouvelle fois de la taille réduite de l'échantillon et du manque de variables suffisamment différentes dans les deux équations.

³⁰⁰ Quelques problèmes d'estimation nous ont conduit à être prudent quant à l'utilisation du carré de certaines variables. Il a parfois été nécessaire de modifier les unités de références de certaines variables (en divisant par 1000 par exemple) pour faciliter les estimations.

effectué un premier post-doc.³⁰¹ Il est toutefois intéressant de remarquer que les effets marginaux sont assez peu différents entre le modèle 1 et les trois autres modèles.

Notons avant de commencer que les déterminants du second post-doc sont mieux cernés lorsqu'il s'agit d'un post-doc en France. Cela provient probablement du fait, d'une part, que nous disposons d'un échantillon plus limité d'individus qui ont effectué un second post-doc à l'étranger et que, d'autre part, les variables expliquant la réalisation d'un deuxième post-doc à l'étranger sont elles-mêmes probablement plus difficiles à cerner, le post-doc à l'étranger s'entendant toujours pour la plupart des docteurs comme une période transitoire à l'étranger devant mener à une carrière académique en France. Nous ne disposons pas de questions spécifiques sur cet aspect. Néanmoins, plusieurs commentaires dans les questions ouvertes soulignent ce point, en le déplorant. Ils sont relatifs, soit à la difficulté de trouver des sources de financements pour effectuer un post-doc en France, et donc sur la nécessité de partir à l'étranger, soit sur le retour parfois long, difficile et coûteux en France après avoir passer un période parfois longue à l'étranger. Ce dernier aspect, la durée relativement plus longue des postdocs à l'étranger, offre d'ailleurs une autre explication au faible nombre de variables significatives pour le second postdoc à l'étranger.

Les femmes ont une probabilité plus forte de faire un deuxième post-doc en France que les hommes, toutes choses égales par ailleurs. Cela s'explique par un accès aux emplois « traditionnels » de chercheur plus difficile pour les femmes et, une nouvelle fois, par une moindre mobilité géographique de celles-ci.

Les ingénieurs auraient également une probabilité légèrement plus élevée que les non ingénieurs d'entreprendre un second postdoc en France.³⁰²

La discipline du doctorat joue également un rôle. La référence est ici constituée par les docteurs ayant soutenu une thèse en physique, mathématiques et informatique. Ce regroupement a été opéré du fait du très faible nombre d'individus dans cet échantillon ayant une thèse en mathématique-informatique ce qui introduisait un problème de colinéarité lors de l'estimation. Les chimistes et les biologistes ont alors une probabilité conditionnelle plus faible de réaliser un second post-doc en France. Les biologistes ont une probabilité plus

³⁰¹ Le lecteur veillera à garder ce point à l'esprit lors de la lecture des paragraphes qui suivent. Nous ne manquerons cependant pas de le lui rappeler si cela s'avère nécessaire.

³⁰² Mais ceci n'est valable que pour la probabilité conditionnelle c'est-à-dire pour les docteurs-ingénieurs ayant déjà effectué un premier post-doc. Cette variable n'a pas d'effet significatif pour l'ensemble de l'échantillon.

élevée de 12% environ – mais le coefficient n'est pas très significatif – de faire un second post-doc à l'étranger. Ce sont donc les docteurs en sciences de la vie qui ont, et de loin, la probabilité la plus forte de faire un deuxième post-doc à l'étranger puisque l'effet marginal en question est relatif à la probabilité conditionnée à la réalisation d'un premier post-doc. Or, comme nous avons pu le voir³⁰³, ce sont les docteurs en sciences de la vie qui avaient la probabilité la plus forte de faire un post-doc.³⁰⁴

Parmi les variables de types de rattachement du laboratoire de thèse, seule la variable UPR est demeurée significative et positive. Les docteurs qui appartenaient à une UPR durant leur thèse ont ainsi très clairement une probabilité plus élevée de faire un second postdoc ; mais c'est surtout la probabilité de partir en post-doc à l'étranger qui est le plus fortement accrue.³⁰⁵

Les financements obtenus durant la thèse semblent exercer une forte influence sur la probabilité de faire un second post-doc en France. Les docteurs qui ont bénéficié d'un financement d'une association ou d'une fondation et ceux qui ont eu un financement d'une collectivité locale ont une bien plus forte probabilité de rester en France faire un second post-doc.³⁰⁶ Les docteurs ayant bénéficié de ces financements ont donc des difficultés spécifiques d'insertion. La variable « bourse publique, BDI » a, sans surprise, un effet négatif sur la modalité « France ». Aucune variable de financement ne semble à même d'influencer la probabilité de départ pour un second post-doc à l'étranger.

L'obtention des félicitations du jury diminue la probabilité conditionnelle de faire un deuxième post-doc en France. Rappelons que cette variable avait un effet positif important pour la réalisation d'un premier post-doc tant en France qu'à l'étranger. Il est ainsi probable que les docteurs ayant obtenu les félicitations du jury s'insèrent malgré tout plus rapidement que les autres même si cette variable n'est pas suffisante à elle seule pour garantir une insertion directement après la thèse.

³⁰³ Voir le Tableau 67 (p. 200) pour les estimations sur données Céreq et le Tableau 68 (p. 204) pour les estimations sur données Irédu.

³⁰⁴ Dans le modèle 1 la seule variable de discipline à effet significatif est la variable « sciences de la vie » sur la modalité « étranger ».

³⁰⁵ Effet marginal de près de 12% pour le postdoc à l'étranger contre seulement 4% d'accroissement marginal de la probabilité de faire un postdoc en France.

³⁰⁶ Les effets marginaux pour la probabilité de rester en France tournent respectivement autour de 20 et 10%. Rappelons par ailleurs que la variable de financement « bourse d'une association ou d'une fondation » est très

Concernant l'effet des variables relatives au premier post-doc, la réalisation d'un post-doc en France (hors du laboratoire de thèse) exerce un léger effet négatif sur la probabilité de faire un second post-doc en France.³⁰⁷ Par contre, les individus qui avaient effectué un post-doc dans leur laboratoire de thèse en France ont une probabilité plus élevée de faire un second post-doc en France. Cela confirme une fois encore les post-doctorats effectués au sein du laboratoire de thèse peuvent être assimilés à des emplois d'attente, voire à des emplois « faute de mieux ». La variable « premier post-doc aux USA » exerce également un effet positif, même si cet effet est moins prononcé que pour la variable étudiée précédemment, sur la modalité « deuxième post-doc en France ».³⁰⁸ Aucune de ces variables n'a d'effet significatif sur la probabilité d'être en post-doc à l'étranger pour le second post-doc.

La rémunération perçue lors du premier post-doc semble avoir un certain effet sur la probabilité d'effectuer un deuxième post-doc, effet différencié selon la localisation du second post-doc.³⁰⁹ La probabilité de faire un second post-doc en France croît avec le revenu (du premier post-doc) jusqu'à un seuil estimé à 10700 F puis décroît.³¹⁰ En revanche, la probabilité de faire un second post-doc à l'étranger diminue jusqu'à un revenu estimé à 19000 F puis augmente.³¹¹ Néanmoins, l'effet revenu est difficile à interpréter puisque les rémunérations sont très différentes selon la localisation du premier post-doc, ce qui introduit des effets de seuil qui nuisent probablement à la qualité des estimations.

Un premier post-doc à orientation plutôt fondamentale aurait un effet négatif sur la probabilité de faire un second post-doc en France. L'accès à un emploi académique est ainsi

liée à la variable de discipline « sciences de la vie » ; c'est d'ailleurs en partie pour cela que l'effet marginal de cette dernière variable sur la modalité « France » est aussi prononcé dans les modèles 2 à 4.

³⁰⁷ Par rapport aux docteurs ayant entrepris un premier postdoc dans un pays étranger autre que les Etats-Unis, la référence.

³⁰⁸ Alors que dans aucun des modèles expliquant la probabilité de faire un second post-doc la variable « premier postdoc aux USA » n'avait d'effet significatif, on trouve donc ici un effet de cette variable sur la probabilité de faire un second postdoc en France. Ce cas peut illustrer la stratégie de certains docteurs qui choisissent d'entreprendre un second postdoc en France après être parti durant un premier postdoc à l'étranger pour tenter de favoriser leur accès à un poste académique en France.

³⁰⁹ La variable introduite sans son carré a un effet négatif sur les deux probabilités. L'intérêt de la prise en compte de cette seule variable demeure donc limité.

³¹⁰ Cela pourrait traduire un effet de sélection : les « bons » post-doctorats, plutôt mieux rémunérés que les autres, auraient ainsi de plus fortes chances d'accéder à un emploi ne nécessitant pas la réalisation d'un second post-doc. Une autre explication pourrait être que les post-doctorants habitués à une plus forte rémunération, notamment à l'étranger, hésite à entreprendre un second post-doc en France, en général faiblement rémunéré comparativement aux standards, sinon internationaux, du moins américains.

³¹¹ Cela pourrait s'expliquer ici par les mêmes mécanismes : une bonne rémunération durant un premier post-doc incite à entreprendre ou à rester à l'étranger pour un second post-doc.

peut-être plus rapide pour ces post-doctorants. Les individus qui ont principalement eu des activités de développement ont une probabilité bien plus faible encore d'entreprendre un second post-doc en France. L'interprétation est que ces individus se sont probablement éloignés des normes du secteur académique ce qui les désincite à l'entreprise d'un deuxième post-doc en France ou que la nature de leur premier postdoc leur a permis de s'insérer plus aisément dans des emplois hors académie ou recherche publique. On ne constate pas d'effets de la nature des recherches menées en post-doc sur la probabilité d'effectuer un second postdoc à l'étranger. Les effets de la nature des recherches menées lors du premier post-doc sont relativement difficiles à interpréter puisqu'il existe une corrélation relativement forte entre cette variable et la nature des recherches menées durant la thèse. A cet égard, l'effet marginal de la variable orientation des recherches en thèse plutôt fondamentales augmente fortement après l'introduction de la nature des recherches du post-doc 1.

Enfin, le nombre de publications durant le premier post-doc aurait un effet négatif sur la probabilité d'entreprendre un second post-doc en France alors qu'il aurait un léger effet positif sur la probabilité de faire un second post-doc à l'étranger.³¹² On peut en effet logiquement supposer qu'un premier « bon » post-doc – dans le sens où le rendement en termes de publications a été élevé – permet plus facilement d'accéder à un poste permanent dans le secteur académique et ne rend pas nécessaire l'entreprise d'un second postdoc, tout au moins en France ; en revanche, un premier « bon » post-doc peut permettre, si le besoin s'en fait sentir, c'est-à-dire faute d'un emploi de titulaire, d'accéder plus aisément à un post-doc à l'étranger.

³¹² Effets marginaux de respectivement -1.1% et 1.7% par publication selon le modèle 3. Ce dernier effet n'est cependant que peu significatif dans ce modèle (et pas significatif dans le modèle 4).

Tableau 78. Variables expliquant la localisation du second post-doc (effets marginaux).

	Modèle 1		Modèle 2		Modèle 3		Modèle 4	
	France	Etranger	France	Etranger	France	Etranger	France	Etranger
Constante	-0,22*** (0,003)	-0,19*** (0,066)	-0,042* (0,024)	-0,054 (0,108)	0,067*** (0,025)	-0,090 (0,119)	-0,313*** (0,036)	0,124 (0,165)
Sexe féminin	0,046*** (0,002)	-0,007 (0,021)	0,042*** (0,010)	-0,020 (0,042)	0,052*** (0,009)	-0,010 (0,042)	0,063*** (0,009)	-0,005 (0,043)
Ingénieur	0,002 (0,003)	0,022 (0,026)	0,026** (0,012)	0,059 (0,056)	0,035*** (0,011)	0,058 (0,056)	0,038*** (0,010)	0,054 (0,055)
Thèse fondamentale	0,027*** (0,002)	-0,004 (0,022)	0,027*** (0,010)	-0,068 (0,050)	0,075*** (0,011)	-0,077 (0,058)	0,057*** (0,011)	-0,073 (0,058)
Discipline : chimie	-0,03*** (0,004)	0,030 (0,033)	-0,076*** (0,014)	0,065 (0,067)	-0,113*** (0,014)	0,068 (0,068)	-0,104*** (0,014)	0,057 (0,068)
Biologie	-0,002 (0,003)	0,075** (0,037)	-0,099*** (0,013)	0,128* (0,072)	-0,113*** (0,013)	0,122* (0,072)	-0,101*** (0,012)	0,116* (0,070)
Laboratoire : UPR	0,043*** (0,003)	0,074** (0,032)	0,037*** (0,011)	0,122** (0,060)	0,038*** (0,010)	0,119** (0,060)	0,038*** (0,010)	0,119** (0,060)
Financement : chargé cours,TD	0,034*** (0,003)	0,042 (0,028)	0,007 (0,012)	0,073 (0,056)	0,003 (0,011)	0,076 (0,056)	0,002 (0,011)	0,075 (0,057)
Bourse publique, BDI	-0,07*** (0,006)	-0,119 (0,079)	-0,066*** (0,025)	-0,154 (0,129)	-0,096*** (0,023)	-0,154 (0,127)	-0,097*** (0,022)	-0,150 (0,125)
Bourse association	0,127*** (0,004)	-0,004 (0,029)	0,213*** (0,014)	-0,004 (0,057)	0,216*** (0,013)	-0,003 (0,056)	0,199*** (0,013)	0,009 (0,057)
Bourse collectivité loc.	0,080*** (0,004)	0,069* (0,040)	0,093*** (0,015)	0,092 (0,073)	0,124*** (0,015)	0,092 (0,074)	0,098*** (0,014)	0,095 (0,075)
Félicitations du jury	-0,003 (0,002)	0,027 (0,023)	-0,033*** (0,010)	-0,017 (0,044)	-0,035*** (0,009)	-0,022 (0,044)	-0,057*** (0,009)	-0,011 (0,044)
Post-doc 1 en France			-0,014 (0,013)	0,020 (0,060)	-0,033** (0,013)	0,039 (0,062)	-0,030** (0,013)	0,017 (0,063)
Post-doc 1 même labo			0,161*** (0,017)	-0,078 (0,078)	0,127*** (0,016)	-0,057 (0,077)	0,102*** (0,016)	-0,074 (0,080)
Post-doc 1 aux USA			0,065*** (0,012)	0,012 (0,054)	0,088*** (0,012)	0,025 (0,056)	0,063*** (0,011)	0,042 (0,057)
Salaires post-doc 1			-1,2E-5*** (1,2E-6)	-1,2E-5* (6,9E-6)	-1,4E-5*** (1,2E-6)	-1,2E-5* (6,9E-6)	5,4E-5*** (4,5E-6)	-4,5E-5** (2,2E-5)
Carré salaire post-doc 1							-2,5E-9*** (1,5E-10)	1,2E-8** (6,5E-9)
Rech.post-doc 1 : fondamentale					-0,133*** (0,012)	0,012 (0,054)	-0,107*** (0,011)	-0,001 (0,054)
Dvpt.					-0,218*** (0,019)	-0,060 (0,089)	-0,213*** (0,019)	-0,080 (0,093)
Nb de publi post-doc 1					-0,011*** (0,002)	0,017* (0,010)	-0,012*** (0,002)	0,016 (0,010)
ln L	-292.7		-212.6		-205.8		-210.9	
ln L0	-328.4		-245.6		-245.6		-249.6	
Chi-deux	71.4***		66.0***		79.5***		77.2***	
N	482		273		273		273	

Source : enquête Irédu 2001. Estimations ML de modèles probit. Modèle 1 : probabilité de faire un second post-doc, estimation sur l'ensemble de l'échantillon. Modèle 2, 3 et 4 : estimation sur les individus ayant effectué un premier post-doc. Significativité des coefficients : * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

2.2. Les emplois des docteurs : quels sont les facteurs déterminants de l'insertion ?

A la diversité des situations post-doctorales correspond une autre diversité : celle des emplois post-post-doctorat. Par cette qualification nous entendons les emplois auxquels les docteurs ont accédé après la thèse sans que ces emplois puissent être classés comme post-doctorat, c'est-à-dire, selon la définition que nous avons retenue, et pour dire vite, des emplois temporaires dont le but est d'acquérir ou de compléter des compétences utiles dans le secteur académique.

Une description des emplois des docteurs français entre trois et cinq ans après la soutenance est alors entreprise (2.2.1.). Une majorité de docteurs accèdent à des postes de chercheurs ou d'enseignants-chercheurs. Néanmoins, sous le terme générique de chercheur se cache une diversité de situations. Nous tentons de procéder à une typologie des emplois en combinant un ensemble de caractéristiques de ces emplois.

Puis, nous étudions les déterminants de l'accès à ces emplois (2.2.2.). Une analyse qui part du discours des individus est complétée par une étude approfondie des variables explicatives de l'insertion. Nous soulignons à cette occasion le rôle spécifique du post-doctorat, variable potentiellement déterminante dans l'accès à un emploi de chercheur, notamment dans la sphère publique et académique. Nous montrons également que les variables relatives au post-doctorat posent un certain nombre de problèmes dans les estimations, problèmes qu'il convient de traiter autant que faire se peut. Nous montrons que le monitorat d'initiation à l'enseignement supérieur mérite également une attention particulière puisqu'il semble jouer un rôle spécifique, dans le système universitaire français, pour l'accès à un emploi académique. Nous analysons enfin, de façon détaillée, les effets disciplinaires qui structurent l'accès aux emplois universitaires et de la recherche publique.

2.2.1. Les emplois des docteurs entre trois et cinq ans après la soutenance : les docteurs, tous des chercheurs ?

Pour préciser la nature des emplois des docteurs, nous présentons tout d'abord quelques résultats de l'enquête Céreq de 1999 en montrant, à l'aide de statistiques descriptives, que la nature des emplois est affectée par quelques grandes variables (2.2.1.1.). Nous présentons ensuite quelques résultats relatifs à ce sujet à partir l'enquête Irédu 2001 et proposons une

catégorisation originale des emplois des docteurs, catégorisation qui permet d'expliciter la diversité des situations que recouvre le terme générique de « chercheur » (2.2.1.2.).

2.2.1.1. Les emplois des docteurs trois ans après la soutenance : résultats de l'enquête Céreq 1999

Nous nous sommes livrés pour cela à une recodification de la base Céreq de 1999.³¹³ Nous distinguons quatre catégories d'emplois :

- Emplois de maîtres de conférences, de chargés de recherche au CNRS ou de chercheurs (permanents) dans les grands organismes publics de recherche.
- Chercheurs, ingénieurs ou cadres du secteur privé.
- Post-doctorat en France ou à l'étranger.
- Autres emplois : cette catégorie regroupe les emplois hors recherche. Il s'agit d'emplois très variés allant d'ouvriers, employés à enseignants dans l'enseignement secondaire.

Une première illustration de la situation sur le marché du travail environ trois ans après la soutenance est fournie dans le Tableau 79. Nous y distinguons quatre modes de financements – les allocataires du Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche, les allocataires-moniteurs, les titulaires d'une convention industrielle de formation par la recherche (Cifre) et les individus ayant bénéficié d'autres financements.³¹⁴ Globalement, les emplois de chercheurs dans le secteur public représentent un peu plus d'un tiers des emplois des docteurs en sciences exactes et en sciences sociales³¹⁵ trois ans après la soutenance. Un tiers des emplois est constitué d'emplois de cadres ou d'ingénieurs dans le secteur privé. Un cinquième des docteurs sont toujours en post-docs et 10% des docteurs se situent dans la catégorie « autres emplois ». Par financement, on constate que les allocataires-moniteurs

³¹³ Cette recodification a été effectuée à l'aide de toutes les informations disponibles dans la base : intitulé de l'emploi et de l'employeur donnés en clair, nature du contrat de travail...

³¹⁴ Rappelons simplement avant de continuer que le taux d'activité moyen des docteurs est élevé (97%) mais que le taux de chômage moyen est également important en 1999 (8%). On constate en outre qu'assez peu de différences apparaissent dans les taux d'activité mais surtout les taux de chômage selon la nature du financement obtenu en thèse. Globalement les allocataires ont un taux de chômage de près de 12% contre 8% pour les allocataires-moniteurs et 9% pour les docteurs Cifre.

³¹⁵ Nous nous conformons sur ce point à la nomenclature américaine des disciplines adoptée par la NSF, et que nous avons présentée dans le chapitre 1, ce qui rend ces chiffres comparables à ceux qui y ont été présentés. Voir en particulier la section « 2.1.2.1. Les conditions du marché du travail des docteurs récemment diplômés », p. 66.

accèdent dans une proportion beaucoup plus élevée que les autres docteurs à des emplois de maîtres de conférences ou de chargés de recherche au CNRS.³¹⁶ Autre fait remarquable : les docteurs Cifre se distinguent très clairement des autres avec une proportion d'emplois dans le secteur privé élevée et des taux d'emploi post-doc et d'autres emplois faibles.³¹⁷

Tableau 79. Types d'emploi des docteurs 1996 en 1999 selon le financements obtenu en thèse (en %).

	Allocataires	Allocataires- moniteurs	Cifre	Autres financements	Ensemble
MCF ou CR	35	50	19	36	37
Chercheurs du secteur privé	26	18	69	34	33
Post-doctorants	29	18	6	20	20
Autres emplois	10	14	6	10	10

Source : Céreq 1999. Nos calculs. Pourcentages d'individus dans chacune des situations parmi les actifs occupés. Décomposition réalisée à l'aide d'une recodification des emplois décrits dans la base.

La même typologie des emplois appliquée aux disciplines permet de mettre en évidence, au-delà d'un effet financement de thèse, un effet disciplinaire assez fort (Tableau 80). On constate par exemple sans surprise que la proportion de docteurs toujours en post-doc trois ans après la soutenance est particulièrement élevée en sciences de la vie et que la part des emplois dans le secteur privé pour les docteurs en sciences pour l'ingénieur est importante.

Tableau 80. Types d'emplois des docteurs 1996 en 1999 selon la discipline de thèse (en %).

	Maths, Phys.	Chimie	Inform.	SPI	Sc. de la terre	Sc. de la vie	Sc. sociales	Total
MCF et CR	40	24	33	31	43	30	56	37
Chercheurs, ingén., secteur privé	32	43	51	57	27	16	22	33
Post-doc	18	22	12	7	23	40	10	20
Autres emplois	11	11	4	6	7	13	12	10

Source : Céreq 1999. Nos calculs. Décomposition réalisée à l'aide d'une recodification des emplois décrits dans la base.

³¹⁶ Cela implique de regarder précisément les modalités et les caractéristiques des moniteurs et leur impact potentiel sur l'insertion, ce qui sera fait dans la section « C. Le monitorat d'initiation à l'enseignement supérieur : un effet de signal sur l'insertion ? » (page 273).

³¹⁷ Selon une enquête de l'ANRT de 2001 sur le devenir des Cifre, le premier emploi des docteurs Cifre est à 78% dans le secteur privé, chiffre qui évoluerait relativement avec le déroulement de la carrière. Selon cette même enquête, seulement 7% des individus auraient entrepris un post-doc.

Mais la discipline du doctorat et le financement ne sont pas les seules variables susceptibles d'expliquer la nature des emplois occupés. Dans le Tableau 81, nous présentons la typologie des emplois utilisée ci-dessus selon que les individus sont diplômés d'une école d'ingénieurs avant le doctorat (docteurs-ingénieurs), qu'ils ont bénéficié d'un financement Cifre ou qu'ils n'ont aucune de ces deux caractéristiques. On constate ainsi que les docteurs Cifre ne sont pas les seuls à accéder davantage à des emplois dans le secteur privé, c'est également le cas, mais dans une moindre proportion, des docteurs-ingénieurs. Les femmes, à l'exception des docteurs Cifre, ont également une moindre proportion d'emplois dans ce secteur. Elles connaissent par contre des taux d'emploi post-doc et d'autres emplois plus élevés (à l'exception des docteurs-ingénieurs pour cette dernière catégorie).

Tableau 81. Types d'emplois : docteurs-ingénieurs et Cifre (%).

	Hommes			Femmes		
	Docteurs-ingénieurs	Cifre	Autres docteurs	Docteurs-ingénieurs	Cifre	Autres docteurs
MCF et CR	37.9	20.8	43.1	33.3	12.5	37.9
Secteur privé	39.0	71.8	27.7	32.1	72.5	19.3
Post-doc	16.8	2.7	19.4	28.6	7.5	26.8
Autres emplois	6.3	4.7	9.8	5.4	7.5	16.0

Source : échantillon extrait de Céreq 1999. Nos calculs. Sciences exactes uniquement. Autres docteurs : non Cifre et non ingénieurs.

2.2.1.2. Les emplois des docteurs selon l'enquête Irédu 2001

Dans notre base de données Irédu 2001, une majorité de docteurs, entre trois et cinq ans après la soutenance, a un emploi de chercheurs, soit dans le secteur public ou universitaire, soit dans le secteur privé (Tableau 82). Une minorité (11% des individus de notre base) possède un emploi hors recherche, en général qualifié – cela va de l'ingénieur conception, à l'ingénieur d'affaire ou ingénieur informaticien en passant par enseignant dans le secondaire ou bien encore instituteur – mais également parfois « sous-qualifié » vu le type de diplôme possédé – employé de bureau, CDD non qualifié en intérim, « soigneuse » en sont quelques exemples. Le point commun à ces individus est qu'il déclare ne pas avoir d'activités de recherche et développement. 3% des docteurs ont une activité à temps partiel : c'est le cas de moins de 2% des chercheurs mais de près de 12% docteurs titulaires d'emplois hors recherche.

89% des docteurs de notre échantillon – 93% des hommes et 82% des femmes – ont donc un emploi avec des fonctions de R&D. Nous les avons regroupé en trois catégories :

- La première concerne 38% des individus de l'échantillon ; ce sont ceux qui ont un emploi de chercheur au CNRS, de maître de conférences à l'université ou qui possèdent des postes équivalents dans les grands organismes de recherche publique.
- La seconde regroupe les individus qui ont un emploi de chercheur ou d'ingénieur de recherche dans le secteur privé. Cela représente globalement 29% de l'échantillon.
- La dernière catégorie comprend les chercheurs de ce que nous allons appeler le secteur intermédiaire, individus que nous ne pouvions en toute rigueur, ni affecter à la première catégorie, ni à la seconde.³¹⁸ A cette définition par la négative de ce secteur, nous pouvons en ajouter une autre : les chercheurs du secteur intermédiaire sont des chercheurs, au sens où ils ont des activités de R&D, mais, ils possèdent un statut précaire dans le secteur « académique » (ou dans une structure qui en dépend directement) – comme ceux travaillant en CDD « de recherche », ou comme chercheur contractuel, ou bien encore ceux travaillant comme chercheur dans une « filiale privée de l'université » –, ou un contrat à durée déterminée dans le secteur privé ou associatif – comme ceux travaillant pour des PME, des associations, voire pour des entreprises de conseil. Autre spécificité de ces emplois : ils ne sont pas considérés par les individus eux-mêmes comme des post-doctorats. En effet, dans le questionnaire, les emplois post-doc et les « autres » emplois étaient bien distingués. Mais libre choix était laissé aux enquêtés pour classer chaque emploi dans telle ou telle catégorie. Les emplois du secteur intermédiaire se rapprochent cependant des post-doctorats par la nature du contrat de travail à durée déterminée, par le statut de chercheur « non titulaire » ou par la précarité du statut, mais ils s'en distinguent par la nature de l'employeur – l'université et la recherche publique y sont moins majoritairement représentées que parmi les emplois post-docs –, par la durée d'accession à l'emploi – il s'est en général écoulé une période plus ou

moins grande après la thèse avant l'accès à ce type d'emploi –, par la vision plus subjective qu'ont les docteurs eux-mêmes de leur emploi – pour classer leur emploi dans cette catégorie, ils se considèrent sans nul doute plus comme des chercheurs confirmés que comme des chercheurs débutants qui veulent accroître leurs compétences scientifiques³¹⁹ – et par la localisation de l'emploi – qui est située pour une part relativement faible, et en tout cas en proportion bien inférieure à celle des postdocs, à l'étranger³²⁰. L'avant dernier point souligne également probablement, mais cela reste à vérifier, la différence d'autonomie dans le travail de recherche dont jouissent ces individus par rapport aux post-doctorants : alors que « par définition », tout au moins dans la majorité des définitions du post-doctorat couramment acceptées, le post-doctorant est soumis à la supervision d'un directeur de recherche, cela n'est pas nécessairement le cas pour les emplois dont nous parlons ici. Il est probable que pour une partie d'entre eux ce statut de chercheur « précaire » ne va pas durer et on peut penser que certains chercheurs vont voir leur contrat de travail transformé en CDI par la suite. Mais attention, ce statut précaire ne préjuge pas forcément de la « qualité » des emplois. Nous pouvons probablement plus parler de secteur intermédiaire de la recherche que de secteur précaire. Malgré le caractère hétérogène de cette catégorie nous espérons trouver des régularités dans l'activité de recherche de ces chercheurs atypiques.³²¹

Une typologie de ce type est toujours critiquable mais nous l'avons effectuée à l'aide de quatre critères essentiels : l'intitulé de l'emploi en clair, l'organisme ou l'entreprise d'emploi en clair, le secteur d'activité et la nature du contrat de travail. Dans une autre perspective, et nous verrons si cette analyse est juste plus loin, il est possible de penser cette catégorisation en termes de communautés.³²²

³¹⁸ Cette catégorie de chercheurs du secteur intermédiaire est proche du concept de « secteur tampon » introduit par Paul et Perret (1997).

³¹⁹ Ce dernier élément était présent dans la définition du post-doctorat que nous avons adoptée.

³²⁰ Mais cela provient aussi vraisemblablement de notre mode d'enquête et de la difficulté à retrouver les individus en emploi à l'étranger.

³²¹ Une description précise des activités de R&D des chercheurs est entreprise dans le chapitre 4. Cette analyse viendra confirmer ou infirmer le bien fondé de cette typologie.

³²² Et à la limite de segmentation du marché du travail scientifique.

La répartition selon cette taxinomie par disciplines est donnée dans le Tableau 82. La proportion d’emplois d’enseignants-chercheurs et de chercheurs dans la recherche publique est plus élevée en mathématiques-informatique et en sciences de la vie qu’en chimie et surtout en physique et en sciences pour l’ingénieur. Cette hiérarchie disciplinaire est inversée pour les emplois de chercheurs dans le secteur privé. La proportion de chercheurs du secteur intermédiaire en découle : plus élevée en sciences de la vie – un tiers des individus –, cette proportion est identique dans les autres disciplines autour de 17-18%.

Tableau 82. Nature des emplois de recherche selon la discipline du doctorat (%).

	Physique	Chimie	Biologie	Maths-info	Ensemble
Docteurs-ingénieurs					
A des activités R&D	93	88	91	100	92
Chercheurs secteur public	31	37	57	46	38
Chercheurs secteur privé	44	42	0	23	35
Chercheurs secteur Intermédiaire	18	10	35	31	18
Non ingénieurs					
R&D	91	81	89	91	87
Chercheurs secteur public	26	38	43	48	37
Chercheurs secteur privé	48	17	13	30	25
Chercheurs secteur intermédiaire	17	26	32	12	25
Ensemble					
A des activités de R&D	92	84	89	93	89
Chercheurs secteur public	29	38	46	48	38
Chercheurs secteur privé	45	28	11	28	29
Chercheurs secteur intermédiaire	18	18	33	17	22

Source : enquête Irédu 2001.

Au niveau de la proportion d’individus qui sont chercheurs, peu de différences sont observées entre les docteurs-ingénieurs et les docteurs non ingénieurs à part peut-être en chimie où les docteurs-ingénieurs semblent accéder plus facilement à des emplois de chercheurs essentiellement du fait de la plus grande proportion de ces derniers dans le secteur privé, respectivement 42% et 17%. Le rôle du titre d’ingénieur n’est alors probablement pas négligeable dans des disciplines telles que la chimie, où l’entrée dans le secteur de la recherche publique et universitaire est difficile, et où l’accès à des emplois dans le secteur privé n’est pas toujours évident. En physique par contre, il n’existe pas de différences entre ingénieurs et non ingénieurs. Dans les sciences de la vie il est difficile de se prononcer car,

comme nous l'avons vu, la proportion de docteurs-ingénieurs est beaucoup plus faible que dans les autres disciplines.

2.2.2. Les modes d'accès à l'emploi : dénouer la complexité des facteurs affectant l'insertion

L'accès aux emplois que nous venons de présenter peut prendre des formes diverses et variées. Il est intéressant de comprendre comment les docteurs ont eu accès à ces emplois.

Une analyse subjective des modalités d'accès aux emplois, à l'aide des réponses fournies par les individus eux-mêmes à différentes questions qui leur demandaient les facteurs qu'ils jugeaient essentiels dans l'accès à leur emploi actuel, est présentée dans une brève première section (2.2.2.1.). Nous proposons une tentative de modélisation des probabilités du recours avoué à tel ou tel moyen.

Une étude plus traditionnelle des mécanismes de l'insertion est ensuite effectuée plus longuement dans la section 2.2.2.2. Des modélisations sur données individuelles sont proposées pour tenter de voir quels sont les facteurs explicatifs de l'insertion des docteurs. Nous essayons à cette occasion de résoudre des problèmes qui ne manquent pas d'apparaître avec certaines variables qui sont utilisées pour expliquer la situation des individus sur le marché du travail. Il s'agit notamment des problèmes d'endogénéité et de sélection qui sont inhérents à l'utilisation de variables qui jouent pourtant potentiellement un rôle important dans l'insertion des docteurs. Nous traiterons deux variables emblématiques : les variables relatives au post-doctorat – qui posent des problèmes d'endogénéité et de sélection qu'ils convient de traiter – et celle liée au monitorat d'initiation à l'enseignement supérieur – qui pose également un problème d'endogénéité. Nous examinons enfin les effets intra et inter-disciplines.

2.2.2.1. Analyse subjective de l'accès aux emplois : du discours...

Décrivons rapidement les moyens qu'ont utilisés les docteurs pour trouver leur emploi actuel.³²³ En partant du principe qu'une grande partie des emplois de chercheurs est fortement

³²³ Epiphane et Martilelli (1997) montraient, pour les diplômés de l'enseignement supérieur, que l'origine sociale (à formation égale) est un facteur explicatif, et des moyens mobilisés pour trouver un emploi, et de la qualité des emplois occupés, et que les modes d'accès à l'emploi sont nettement corrélés avec le type d'emploi occupé. Ils notaient en particulier que le recours à la famille et aux amis semblait moins rentable que d'autres moyens pour obtenir un emploi « de qualité ».

structurée en réseaux et que l'utilisation des relations nouées, soit durant la thèse, soit pendant le post-doc, est probablement essentielle pour trouver un emploi, nous avons posé la question suivante : « quels ont été les moyens ou personnes qui vous ont été utiles pour trouver cet emploi ? » avec six modalités possibles non mutuellement exclusives : i) votre directeur de thèse, ii) un ou plusieurs autres membres de votre laboratoire de thèse, iii) les contacts noués durant votre thèse, iv) votre stage post-doc, v) une recherche personnelle (petites annonces, internet...) et vi) autres moyens, à préciser en clair. La distribution des réponses obtenues, en fonction du type de l'emploi actuel, est fournie dans le Tableau 83.

60% des individus ne mentionnent qu'une réponse parmi les cinq proposées, 24% deux réponses, 9% trois réponses ou plus et 7% choisissent de ne pas se prononcer mais inscrivent le plus souvent une réponse en clair.³²⁴

Les réponses sont fortement structurées par l'emploi possédé. La majorité des docteurs ayant un poste dans le secteur académique mentionne l'aide du directeur de thèse (dans 47% des cas) ou d'un autre membre du laboratoire de thèse (dans 36% des cas) dans l'accession à leur poste actuel. En revanche, 61% des chercheurs du secteur privé invoquent une recherche personnelle comme moyen principal leur ayant permis d'accéder à leur emploi actuel, contre seulement respectivement 20% et 43% des chercheurs académiques et des chercheurs du secteur intermédiaire.

Les docteurs-ingénieurs et les docteurs-non ingénieurs ont des réponses relativement similaires quant à cette question. Quelques différences significatives semblent cependant apparaître. C'est en particulier le cas pour les individus travaillant dans le secteur de la recherche privée pour la réponse « contacts noués durant la thèse ». Les docteurs-ingénieurs travaillant dans le secteur privé choisissent cette réponse à 38%, contre seulement 14% pour les docteurs non ingénieurs.³²⁵ Ces « contacts noués durant la thèse » représentent sans doute pour les ingénieurs le bénéfice des contacts qu'ils ont pu nouer bien avant la thèse mais également la plus grande intégration avec le monde de l'entreprise dont ils ont pu bénéficier durant leur thèse.

³²⁴ Telle que « concours enseignement supérieur » ce qui nous apporte assez peu d'informations...

³²⁵ On verra par la suite lors de l'estimation des modèles économétriques que d'autres variables sont susceptibles d'interférer. C'est notamment le cas du financement Cifre, type de financement dont bénéficient fréquemment les ingénieurs. Il conviendra alors de savoir quelle variable est en cause ici...

Tableau 83. Moyens ou personnes ayant facilité l'accès à l'emploi actuel (%).

		Chercheurs académiques	Chercheurs privés	Chercheurs intermédiaires	Non chercheurs	Ensemble
Post-doc	Ensemble	26	17	20	2	19
	Ingénieurs	23	15	14	0	17
	Non ingén.	27	19	24	3	21
Aide du directeur de thèse	Ensemble	47	14	27	7	29
	Ingénieurs	43	13	34	0	27
	Non ingén.	49	15	24	10	29
Aide d'un autre membre du labo de thèse	Ensemble	36	10	18	12	22
	Ingénieurs	43	9	24	0	24
	Non ingén.	32	10	15	17	20
Contacts noués durant la thèse	Ensemble	40	25	19	5	27
	Ingénieurs	30	38	24	0	32
	Non ingén.	41	14	17	7	24
Recherche personnelle	Ensemble	20	61	43	63	42
	Ingénieurs	20	60	45	92	45
	Non ingén.	20	61	42	50	40

Source : enquête Irédu 2001. Les sommes en colonnes ne font pas 100%, les réponses n'étant pas mutuellement exclusives les unes des autres. Lecture : 26% des MCF ou CR dans un grand organisme de recherche publique considèrent que leur post-doc les a aidé à accéder à leur emploi actuel.

Le post-doc n'est avancé que par une proportion relativement limitée de docteurs (26% des MCF et CR et 17% des chercheurs du secteur privé) comme moyen utile pour l'accès à l'emploi actuel.

Il est intéressant de considérer la répartition des réponses à cette question selon que les docteurs ont effectué un post-doc ou non. Le post-doc n'apparaît pas être la raison première ayant facilité l'accès aux emplois, tant pour les chercheurs du secteur académique que les chercheurs du secteur privé (ayant effectué un post-doc), même si une proportion non négligeable de docteurs (respectivement 44 et 46% pour les chercheurs du secteur public et les chercheurs du secteur privé) jugent qu'il a joué un certain rôle dans l'accès à leur emploi actuel (Tableau 84). Les chercheurs du secteur privé n'ont donc pas nécessairement une vision différente des chercheurs du secteur académique quant à l'utilité de leur post-doc pour le début de leur carrière.³²⁶

³²⁶ Pour les chercheurs qui n'ont pas entrepris de post-doc, on retrouve le résultat précédent, à savoir que les moyens ayant facilité l'accès à l'emploi actuel sont très différents selon que le chercheur appartient à une structure privée ou publique.

Tableau 84. Moyens ou personnes ayant facilité l'accès à l'emploi actuel selon le secteur d'emploi et selon que le docteur a effectué ou non un post-doc (en %).

	A effectué un post-doc		N'a pas effectué de post-doc	
	Académique	Privé	Académique	Privé
Post-doc	44	46	0	0
Aide du labo de thèse	53	2	65	30
Contacts durant thèse	29	7	52	36
Recherche personnelle	24	56	16	63

Source : enquête Irédu 2001. Aide du labo de thèse : nous avons regroupé les deux catégories « aide du directeur de thèse » et « aide d'un autre de ces membres ». Lecture : 44% des MCF ou CR du CNRS ayant effectué un post-doc jugent que leur post-doc leur a été utile pour accéder à leur emploi actuel.

Le monde de la recherche universitaire ou publique par lequel tous les docteurs sont passés constitue une étape qui aide ou favorise donc, selon l'opinion exprimée par les individus eux-mêmes, de façon différenciée l'accès aux emplois selon la nature de l'emploi occupé actuellement, la réalisation ou non d'un post-doc et probablement un certain nombre d'autres caractéristiques. Nous nous livrons dans ce cadre à une brève analyse multinomiale des moyens utilisés par les individus pour trouver leur emploi actuel. Nous opérons un regroupement des différents moyens énoncés par les docteurs pour trouver leur emploi actuel en trois catégories³²⁷ :

- Une aide du directeur de thèse ou d'un des membres du laboratoire de thèse.
- Une recherche personnelle par petites annonces ou internet seulement, sans autres moyens.
- Autres moyens utilisés.

Nous modélisons la probabilité de se trouver dans une des trois situations, en prenant la dernière comme référence. Les résultats de trois modèles logit multinomiaux se trouvent dans le Tableau 85 (p. 247). Ce sont les effets marginaux des deux premières alternatives qui sont ici présentés.³²⁸

³²⁷ Ce regroupement est effectué de manière à limiter le problème des réponses non mutuellement exclusives. En effet, l'analyse multinomiale ne peut s'appliquer, au sens strict, à ce type de données. Néanmoins, nous n'avons à notre disposition que ce type d'analyse au vu des données dont nous disposons. On veillera donc à rester malgré tout prudent dans l'interprétation des résultats ici fournis même si le regroupement opéré limite les biais issus de l'estimation. L'inconvénient du regroupement est évidemment la perte inéluctable d'information que cela induit.

³²⁸ La probabilité marginale de se trouver dans la dernière catégorie en découle puisque les effets marginaux somment à zéro.

Dans le modèle 1 nous prenons comme variables explicatives le sexe, le diplôme d'ingénieur, le type d'emploi actuel – chercheurs académiques, chercheurs ou ingénieurs de recherche dans le secteur privé, chercheurs intermédiaires, emplois hors recherche (la référence) –, la discipline du doctorat et le fait d'avoir effectué ou non un post-doctorat. Dans le modèle 2, les variables de financements et de mentions à la thèse ont été ajoutées. Le modèle 3 comprend lui, en plus des variables présentes dans les modèles 1 et 2, les variables de carrière désirée au début du doctorat.

Le genre et le titre d'ingénieur n'ont d'effets significatifs, ni sur la probabilité d'avoir bénéficié de l'aide du laboratoire de thèse, ni sur la probabilité d'avoir essentiellement eu recours à une recherche personnelle pour accéder à l'emploi actuel. Il semble en revanche que les docteurs-ingénieurs recourent légèrement moins aux « autres moyens », qui regroupent ici le post-doc et les contacts noués pendant la thèse, toutes choses égales par ailleurs. Notre conclusion précédente issue des tableaux croisés qui semblait indiquer que les docteurs-ingénieurs recourent davantage que les docteurs non ingénieurs aux contacts noués durant la thèse, au moins pour ceux employés du secteur privé, n'est donc pas confirmée globalement ici une fois pris en compte l'ensemble des autres effets présents dans les modèles. Le titre d'ingénieur en lui-même n'augmenterait donc pas le recours aux contacts noués durant la thèse.³²⁹

Le type d'emploi actuel explique fortement le moyen utilisé ou l'aide obtenue pour trouver cet emploi. Ainsi, la probabilité d'avoir bénéficié de l'aide du directeur de thèse ou d'un des membres du laboratoire de thèse pour les enseignants-chercheurs et les chercheurs du secteur universitaire et de la recherche publique est accrue, de 24% à 27% selon les modèles, par rapport aux individus ayant un emploi hors recherche. De même, la probabilité qu'ils aient eu recours uniquement à une recherche personnelle pour trouver leur emploi est diminuée de près de 50%. En revanche, la probabilité que les chercheurs du secteur privé aient eu recours à des moyens différents des individus ayant un emploi hors recherche n'est pas significative. Les chercheurs du secteur intermédiaire semblent surtout utiliser l'aide de

³²⁹ Une fois neutralisés les effets du secteur d'emploi, de la discipline et du sexe. De plus, une fois pris en compte l'effet du financement de thèse et l'effet des perspectives de carrières, l'effet marginal du titre d'ingénieur sur la probabilité « autres moyens » passe de -6 à -14% environ (du modèle 1 au modèle 3). On verra plus loin que la variable Cifre peut aider à comprendre cette situation.

leur laboratoire de thèse³³⁰ mais ils recourent plus fréquemment que les chercheurs du secteur académique à une recherche personnelle.

La discipline du doctorat semble jouer un certain rôle dans les moyens utilisés pour la recherche d'emploi. Les docteurs en sciences de la vie mentionnent relativement moins l'aide de leur laboratoire de thèse que les docteurs des autres disciplines³³¹ ; cet effet est probablement dû à l'accès difficile et long aux postes de l'enseignement supérieur et au rôle spécifique du post-doctorat dans cette discipline.³³²

Les docteurs ayant fait un post-doc bénéficient moins de l'aide des chercheurs de leur laboratoire d'origine. Soit qu'ils perdent les relations qu'ils ont tissées en thèse, soit que la réalisation de leur post-doc leur ouvre de nouveaux horizons qui les rendent moins dépendants de leur laboratoire d'origine.³³³ Quoiqu'il en soit, le post-doc permet ou oblige à une certaine prise de distance avec le laboratoire de thèse.

Le modèle 2 comporte les variables de financements de la thèse. Les allocataires-moniteurs utilisent clairement moins des moyens personnels de recherche d'emploi. Les trois autres variables significatives – bourse d'un organisme public, bourse Cifre, bourse d'une collectivité locale – diminuent la probabilité d'obtenir l'aide du laboratoire d'origine. Ce sont donc les allocataires (en référence) et les allocataires-moniteurs (effet non significatif) qui bénéficient donc relativement le plus du soutien de leur laboratoire de thèse. Ce sont les allocataires-moniteurs et les Cifre qui ont relativement le moins recours à une recherche personnelle. La variable Cifre est intéressante à cet égard et traduit une nouvelle fois la spécificité de ce financement et de son impact sur l'insertion. Les docteurs Cifre sont en effet ceux qui recourent relativement le plus aux « autres moyens » pour leur insertion, c'est-à-dire soit aux post-doctorat, et on sait que ce n'est pas leur cas, soit aux contacts qu'ils ont noués durant la thèse, et c'est donc cet aspect qui doit être privilégié dans l'explication. Ce sont

³³⁰ L'effet marginal relatif à cette variable n'est pas significativement différent de celui estimé pour les chercheurs du secteur académique.

³³¹ L'écart est important dans les modèles 2 et 3, une fois ajoutées les variables de financement et de mention au doctorat.

³³² L'effet marginal du recours à un autre moyen (y compris le post-doc) est d'environ 17% pour les docteurs en sciences de la vie, alors qu'il est, soit légèrement positif, soit négatif, pour les autres disciplines.

³³³ C'est l'explication la plus plausible compte tenu du regroupement effectué. En effet, la catégorie « autres moyens utilisés » regroupe les catégories « contacts noués durant la thèse » et « post-doc ». L'effet marginal du post-doc sur la probabilité d'être dans cette catégorie « autres moyens » est fortement positif (de 23 à 33% selon les modèles).

donc les docteurs Cifre qui semblent le plus utiliser les contacts qu'ils ont pu nouer durant leur thèse pour s'insérer sur le marché du travail, toutes choses étant égales par ailleurs.³³⁴

La mention obtenue au doctorat joue également un rôle. Les docteurs qui ont obtenu la mention la plus favorable bénéficient clairement plus de l'aide d'un des membres du laboratoire de thèse.³³⁵

Les individus qui envisageaient, au début de leur doctorat, une carrière dans le secteur privé ont une probabilité plus faible d'avoir obtenu l'aide de leur laboratoire de thèse. La variable « carrière académique » aurait un effet légèrement négatif sur la probabilité « aide d'un membre du labo » et un effet positif sur la probabilité « recherche personnelle », même si ces deux effets sont assez peu significatifs. Ce résultat peut sembler paradoxal. Il est cependant nécessaire de souligner que les individus qui envisageaient une carrière académique en début de thèse ont donc marginalement plus recours aux « autres moyens ». Soit qu'ils utilisent les contacts noués en post-doc, et on a vu que ces individus portaient plus souvent en post-doc que les autres³³⁶, soit qu'ils utilisent davantage leurs contacts de thèse, ce qui est somme toute une explication tout à fait vraisemblable et qui peut s'entendre dans un sens assez extensif.³³⁷

³³⁴ Pour répondre à notre interrogation précédente (voir Tableau 83 et note 325 p. 241). Ce n'est donc pas le titre d'ingénieur qui accroît la probabilité de recourir aux « autres moyens », et essentiellement aux contacts noués durant la thèse, mais bien le financement Cifre. Les contacts de thèse seraient donc le moteur de l'emploi pour les Cifre.

³³⁵ Avec toutes les réserves habituelles qui concernent l'utilisation de cette variable (Cf. section « 1.2.2.4. Un point critique de la transition thèse-emploi ? La soutenance : analyse des mentions obtenues », p. 178).

³³⁶ Voir par exemple les résultats du Tableau 68 page 204 et les commentaires qui lui sont associés.

³³⁷ Il convient néanmoins de rester prudent dans les conclusions tirées de telles variables subjectives très soumises à une réinterprétation à posteriori. Ces problèmes seront évoquer plus en détail dans le chapitre 4 lors de l'étude de la satisfaction au travail (section « 3.1.1. La satisfaction au travail : une mesure non conventionnelle de l'état du marché du travail », p. 457).

Tableau 85. Moyens utilisés pour trouver un emploi (effets marginaux).

	Modèle 1		Modèle 2		Modèle 3	
	Membres	Recherche	Membres	Recherche	Membres	Recherche
	labo	perso	labo	perso	labo	perso
Constante	-0,013 (0,048)	0,161 (0,116)	-0,021 (0,056)	0,331** (0,133)	0,026 (0,058)	0,219 (0,142)
Sexe féminin	0,013 (0,024)	0,025 (0,064)	0,013 (0,025)	0,046 (0,067)	0,017 (0,026)	0,029 (0,069)
Ingénieur	0,007 (0,023)	0,051 (0,062)	0,017 (0,026)	0,073 (0,071)	0,039 (0,028)	0,106 (0,075)
Emploi actuel : chercheur dans le secteur académique	0,244*** (0,044)	-0,504*** (0,134)	0,266*** (0,047)	-0,526*** (0,145)	0,273*** (0,048)	-0,524*** (0,147)
Chercheur dans le secteur privé	-0,010 (0,037)	-0,108 (0,097)	0,025 (0,039)	-0,129 (0,104)	0,040 (0,041)	-0,063 (0,106)
Chercheur dans le secteur intermédiaire	0,251*** (0,042)	-0,218** (0,106)	0,301*** (0,044)	-0,217* (0,114)	0,316*** (0,045)	-0,187 (0,115)
Discipline : physique	-0,093*** (0,036)	0,040 (0,094)	-0,113*** (0,038)	0,026 (0,099)	-0,091** (0,040)	0,048 (0,104)
Chimie	-0,087** (0,039)	0,128 (0,103)	-0,122*** (0,042)	0,157 (0,113)	-0,105** (0,046)	0,188 (0,121)
Sciences de la vie	-0,116*** (0,038)	0,025 (0,100)	-0,199*** (0,042)	0,022 (0,109)	-0,197*** (0,044)	0,032 (0,114)
A effectué au moins un post- doc	-0,239*** (0,024)	-0,014 (0,062)	-0,322*** (0,029)	-0,063 (0,072)	-0,328*** (0,030)	-0,110 (0,077)
Financement : allocataire- moniteur			-0,050 (0,036)	-0,205** (0,101)	-0,060 (0,038)	-0,253** (0,108)
Bourse d'un organisme public			-0,130*** (0,037)	-0,152 (0,099)	-0,138*** (0,038)	-0,126 (0,099)
Bourse Cifre			-0,116*** (0,039)	-0,228** (0,106)	-0,115*** (0,041)	-0,190* (0,108)
Bourse d'une collectivité locale			-0,185*** (0,049)	-0,126 (0,129)	-0,193*** (0,051)	-0,181 (0,135)
Mention « félicitations du jury »			0,210*** (0,027)	-0,098 (0,068)	0,211*** (0,028)	-0,078 (0,070)
Carrière envisagée : académique					-0,056* (0,030)	0,189** (0,081)
Dans le secteur privé					-0,108*** (0,030)	-0,074 (0,078)
ln L	-353.8		-334.6		-325.7	
ln L0	-404.5		-403.4		-403.4	
Chi-deux	101.5***		137.6***		155.4***	
Nombre d'observations	372		372		372	

Source : enquête Irédu 2001. Estimation ML de modèles logit multinomiaux. Effets marginaux des deux premières alternatives avec erreurs-types entre parenthèses. *** significatif à 1%, ** significatif à 5%, * significatif à 10%.

2.2.2.2. ...aux faits : tentatives de mesure objective des facteurs affectant l'insertion

Ces paragraphes abordent, de façon plus traditionnelle, les mécanismes de l'insertion des docteurs. En effet nous tentons de modéliser cette insertion à l'aide de données individuelles.

Les données extraites de la base Irédu 2001 sont d'abord utilisées pour modéliser la situation des individus sur le marché du travail de façon précise (A).

Nous tentons ensuite de traiter quelques-uns des problèmes d'estimation qui apparaissent du fait de l'utilisation de variables qu'on peut considérer comme endogènes, ou du recours à des variables qui posent des problèmes de sélection ; c'est notamment le cas des variables liées au post-doctorat (B) et au monitorat (C).

Ces deux variables ne sont pas les seules à avoir des effets potentiellement important sur l'accès à un poste académique. C'est également le cas des variables mesurant la « productivité de l'activité de recherche en thèse ». Ces effets productivité seront étudiés dans la section D.

Enfin, nous tentons de mettre en évidence les spécificités disciplinaires des mécanismes de sélection et de recrutement des docteurs dans le secteur académique (D).

A. Quelles sont les variables qui affectent la situation des docteurs sur le marché du travail ? Modèles multinomiaux sur données Irédu (2001)

Pour tenter de comprendre la complexité des facteurs affectant l'insertion professionnelle des docteurs, nous modélisons³³⁸ la probabilité d'être dans une des quatre situations sur le marché du travail, typologie que nous avons présentée dans le Tableau 82 p. 239 :

- Être enseignant-chercheur à l'université ou chercheur dans un grand organisme de recherche publique.
- Être chercheur ou ingénieur de recherche dans le secteur privé.
- Être chercheur dans ce que nous avons défini comme le secteur « intermédiaire ».

³³⁸ Des modèles similaires ont été utilisés dans le chapitre 1. Pour une présentation mathématisée des modèles logit multinomiaux, voir chapitre 1, section « 2.1.2.2. D'une mesure des effets disciplines sur les conditions objectives d'emploi, ceteris paribus... », p. 71.

- Posséder un emploi hors recherche.

Les variables explicatives correspondent au sexe, à la détention ou non du titre d'ingénieur, à la discipline du doctorat, aux financements obtenus durant la thèse, au laboratoire de rattachement et à l'activité de recherche en thèse³³⁹.

L'effet du post-doc, toutes choses égales par ailleurs, est appréhendé par l'introduction d'une variable dichotomique (Tableau 86 p. 253). L'effet de la localisation du post-doc est également pris en compte dans un second modèle présenté dans le Tableau 87. Ce sont les effets marginaux en % qui sont présentés dans ces tableaux. Commentons brièvement les effets de quelques variables introduites dans ces modèles.

Les variables expliquant la probabilité d'appartenir à chacune des quatre catégories sont relativement différentes d'une catégorie à l'autre.³⁴⁰

Ces modèles confirment qu'un certain nombre de variables « traditionnelles » facilite l'accès à la profession académique.³⁴¹ C'est le cas notamment du monitorat, variable qui accroît fortement la probabilité d'accéder à de telles fonctions.³⁴² D'autres variables telles que l'orientation des recherches menées durant la thèse exercent également un certain effet. Si les recherches étaient plutôt fondamentales alors la probabilité d'être enseignant-chercheur ou chercheur public est accrue. Plus le nombre de conférences auxquelles le docteur a participé durant la thèse était élevé, plus la probabilité en question est élevée³⁴³.

La probabilité d'être chercheur dans le secteur privé est également expliquée par des variables bien spécifiques. L'orientation fondamentale des recherches en thèse a l'effet inverse de celui observé sur la probabilité de travailler dans le secteur académique. Les

³³⁹ L'activité de recherche en thèse a été appréhendée à l'aide de trois grandes catégories de variables qui ont été testées lors de l'estimation successive de différents modèles : l'orientation des recherches menées en thèse, le nombre de conférences et le nombre de publications.

³⁴⁰ Ce qui confirmerait l'interprétation en termes de communautés scientifiques relativement peu perméables les unes par rapport aux autres.

³⁴¹ Nous ne commentons que très brièvement les effets relatifs à cette probabilité. Nous aurons en effet l'occasion d'y revenir plus longuement dans les sections suivantes lors du traitement des problèmes d'endogénéité et de sélection.

³⁴² Nous y reviendrons également plus en détail ci-après.

³⁴³ Le nombre de publications en thèse ne s'est jamais trouvé être significatif dans ces modèles quelque soit la probabilité considérée. Nous avons également cherché, en vain, à introduire une combinaison linéaire du nombre de conférences et du nombre de publications, avec plusieurs essais de pondérations différentes. Pour plus de précisions, voir la section suivante.

financements de thèse ont également des effets. Ce sont bien évidemment les docteurs Cifre qui ont relativement la probabilité la plus forte (+25%) d'être chercheur dans le secteur privé. Les individus qui possédaient une bourse d'un organisme public (autre que le Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche) voient également cette probabilité augmenter (+18%). Les bourses de docteur-ingénieur font partie de cette catégorie ce qui explique probablement cet effet prononcé. A ce propos, et contrairement à nos attentes, le titre d'ingénieur n'augmente pas la probabilité d'être chercheur dans le secteur privé³⁴⁴. Il est cependant probable que la non significativité de la variable ingénieur soit pour partie imputable justement à l'effet de la variable « bourse d'un organisme public » ; une proportion importante de docteurs qui ont obtenu ce type de financement en thèse sont en effet des docteurs-ingénieurs.³⁴⁵ Il est ainsi probable que le titre d'ingénieur en lui-même ne soit pas déterminant dans l'accès à tel ou tel secteur. En revanche, l'effet du titre d'ingénieur sur l'insertion transiterait par d'autres variables telles que le financement obtenu en thèse qui conditionnerait à son tour la nature des recherches menées en thèse, les relations, les contacts et les réseaux qui sont y noués à cette occasion, et donc, in fine, l'entrée dans tel ou tel secteur. Les effets des autres variables de financements ne sont pas significatifs. On retrouve un certain effet du type de laboratoire de rattachement en thèse mais ces variables sont en général assez peu significatives.³⁴⁶ Le nombre de conférences³⁴⁷ n'a aucune influence sur la probabilité d'intégrer le secteur privé ; l'obtention des félicitations du jury non plus.

Tournons nous maintenant vers les déterminants de la probabilité d'appartenir au secteur « intermédiaire ». Les femmes auraient une probabilité plus forte d'avoir un emploi dans ce secteur³⁴⁸ alors que les docteurs à thèse plutôt fondamentale verraient leur probabilité

³⁴⁴ Ce résultat est néanmoins de nouveau conforme à celui que nous obtenons avec les estimations sur données Céreq.

³⁴⁵ Le coefficient relatif à la variable ingénieur devenait positif et légèrement significatif dans certaines estimations qui ont été effectuées, mais qui ne sont pas présentées ici faute de place et parce qu'elles n'apportaient que très peu de changements dans les autres effets marginaux, en omettant la variable « bourse d'un organisme public ». Les estimations probit et probit bivariées de la probabilité d'être MCF ou CR de la section suivante sont effectuées sans la variable « bourse d'un organisme public ». L'effet de la variable ingénieur sur cette probabilité semble perdre de sa significativité (Tableau 90 p. 270).

³⁴⁶ Les docteurs issus des unités du CNRS (associées ou mixtes), du CEA et de l'INRA auraient, selon ces estimations, une probabilité plus faible d'entrer dans le secteur privé comparativement aux docteurs issus de laboratoires universitaires, de l'INSERM et des autres types de laboratoires (qui constituent la référence et dont font partie les UPR du CNRS).

³⁴⁷ Le nombre de publications n'avait pas plus d'influence.

³⁴⁸ Cela s'inscrit dans le cadre général d'une insertion plus délicate et plus précaire pour les femmes. Les conséquences de la moindre mobilité, notamment internationale, des femmes peuvent également se faire sentir à

légèrement diminuée. On retrouve un effet discipline : les docteurs en sciences de la vie sont clairement plus représentés dans ce secteur que les autres (effet marginal de 0,23). Cet effet recouvre probablement l'importance des post-doctorats – et ce terme est dans ce cas à prendre au sens large – dans cette discipline même plusieurs années après la fin de la thèse. Les docteurs à financement de thèse de nature publique – allocation MENRT et monitorat – ainsi que les docteurs Cifre ont une probabilité plus faible de se trouver dans le secteur intermédiaire, mais pour des raisons différentes. Les premiers accèdent plus aisément aux postes académiques traditionnels³⁴⁹ alors que les seconds entrent tout naturellement dans le secteur privé. Il n'y aurait en revanche que peu d'effets des variables de laboratoires de thèse. De même, le nombre de conférences – et comme d'habitude le nombre de publications – et la mention au doctorat n'exercent pas d'effets significatifs.

Les variables explicatives de la probabilité d'avoir un emploi hors recherche sont également de plusieurs ordres. Cette catégorie des emplois hors recherche est probablement la catégorie la plus hétérogène, ce qui rend parfois difficile l'interprétation des coefficients estimés. En effet, comme nous l'avons déjà mentionné, deux types d'emplois bien distincts composent cette catégorie. D'une part des emplois « qualifiés » mais sans activité de R&D, et, d'autre part, des emplois qu'on peut considérer comme des emplois « sous qualifiés » compte tenu de la nature du diplôme possédé par les individus de notre échantillon, le doctorat. Il aurait été sage de distinguer entre ces deux sous-catégories. Hélas, la taille de l'échantillon permet difficilement de faire cette distinction. Notons toutefois que les emplois « sous-qualifiés » sont les moins nombreux dans cette catégorie. Les femmes ont une probabilité plus forte de se retrouver dans un emploi hors recherche.³⁵⁰ Les allocataires et les allocataires-moniteurs³⁵¹ sont également dans cette situation. Le rattachement du laboratoire de thèse exerce également un effet. Les docteurs issus de l'INSERM et du CEA³⁵² auraient ainsi une

ce niveau. Cf. section « 2.1.4.4.. Expliquer la localisation du post-doc : résultats des estimations sur données Irédu 2001 », p. 214.

³⁴⁹ Encore conviendrait-il de distinguer les moniteurs, pour qui on observe effectivement une plus forte probabilité d'insertion dans le secteur académique, des allocataires non moniteurs qui, eux, ont une probabilité plus forte d'avoir des emplois hors recherche comme nous le verrons ci-après.

³⁵⁰ Notre remarque précédente sur l'insertion plus délicate des femmes (note de bas de page No. 348) s'applique également ici.

³⁵¹ L'effet est moins significatif pour le monitorat. L'interprétation pourrait être que si les moniteurs ont très clairement un accès favorisé à un poste universitaire ou de la recherche publique, les quelques rares moniteurs qui ne trouvent pas un tel poste ou ceux qui ne souhaitent pas intégrer la sphère académique n'hésitent alors probablement pas à chercher un emploi hors recherche.

³⁵² La spécificité des thésards du CEA fournit peut-être une explication. Nous avons vu que ce sont majoritairement des thésards en physique (Tableau 28 p. 136) et nous verrons dans le chapitre 4 qu'ils ont, en

probabilité de ne pas être chercheur clairement plus importante que les docteurs rattachés à d'autres laboratoires en thèse. La productivité en thèse, mesurée ici par le nombre de conférences, aurait un effet négatif sur la probabilité étudiée. En revanche, il n'existerait pas d'effet discipline, pas plus que d'effet mention au doctorat.

Le fait d'avoir entrepris un post-doc ne semble pas avoir d'influence sur l'insertion des docteurs. En particulier, la variable dichotomique post-doc ne semble pas augmenter la probabilité d'être MCF ou CR au CNRS ou dans un autre grand organisme de recherche. En revanche, la nature du post-doc, et plus précisément sa localisation, exerce un certain effet sur la probabilité d'emploi (Tableau 87). En effet, les docteurs qui sont restés en France dans leur laboratoire de thèse pour réaliser un post-doc ont une probabilité clairement plus élevée (+25%) d'accéder à un poste de MCF ou de CR. Les variables « post-doc en France dans un autre laboratoire » et « post-doc aux USA » n'exercent pas d'effet significatif sur cette probabilité. Cependant, les docteurs qui ont effectué un post-doc aux USA ont une probabilité plus faible d'avoir un emploi hors recherche. D'autres variables ont été introduites dans les modèles pour caractériser l'activité effectuée en post-doc (orientation des recherches, publications...) sans qu'elles apparaissent jamais significatives. La section suivante aborde ces questions de façon plus détaillée.

très forte proportion, des activités de recherche à orientation plutôt appliquée (Tableau 116 p. 400). Même si on contrôle à priori pour la discipline et pour la nature des recherches, il se peut que les thésards du CEA aient une insertion spécifique de part leurs particularités, observées ou non dans notre échantillon.

Tableau 86. Situation des docteurs sur le marché du travail en quatre catégorie : modèles multinomiaux (effets marginaux en %).

	MCF ou CR	Chercheur, secteur privé	Chercheur, secteur interméd.	Autres emplois
Constante	-17,8 (15,3)	21,3 (13,1)	23,8* (13,1)	-27,2*** (7,7)
Sexe : féminin	-18,8*** (7,0)	-3,0 (5,8)	12,0** (5,6)	9,8*** (2,9)
Docteur-ingénieur	17,0** (7,6)	-6,2 (6,0)	-6,3 (6,6)	-4,5 (3,4)
Thèse plutôt fondamentale	30,2*** (6,9)	-22,4*** (5,9)	-9,1 (6,0)	1,4 (3,1)
Discipline du doctorat :				
physique	-15,5 (10,9)	14,9 (9,2)	0,0 (9,9)	0,5 (5,7)
Chimie	-7,7 (11,2)	3,6 (9,7)	-2,1 (10,3)	6,3 (5,5)
Sciences de la vie	4,9 (12,4)	-23,4** (11,9)	23,7** (10,6)	-5,2 (6,3)
Sciences de la terre et de l'univers	-29,2 (19,2)	15,7 (14,8)	2,1 (15,9)	11,4 (7,6)
Financement du doctorat :				
allocataire MENRT	2,0 (8,7)	11,7* (7,0)	-26,6*** (7,3)	12,9*** (4,3)
Monitorat	23,6** (10,2)	-16,5* (9,9)	-18,7** (8,4)	11,6** (5,2)
Bourse d'un organisme public	-17,5 (11,0)	18,2** (8,6)	-8,0 (9,0)	7,3 (6,0)
Cifre	-13,0 (12,7)	25,0*** (9,1)	-18,4* (10,2)	6,4 (6,6)
Bourse d'une association, d'une fondation	-13,8 (12,6)	18,4 (11,4)	-8,1 (10,1)	3,4 (4,6)
Laboratoire de thèse : UMR	12,4 (8,4)	-18,6*** (6,9)	-2,9 (7,3)	9,2* (4,8)
URA	-6,5 (10,5)	-14,9* (8,5)	8,3 (8,3)	13,1*** (5,0)
Universitaire	-6,4 (16,2)	-7,0 (11,9)	1,5 (11,7)	11,9* (7,1)
CEA	21,9* (11,8)	-22,8** (9,2)	-15,4 (10,6)	16,3*** (5,4)
INRA	36,5** (17,8)	-37,1* (21,2)	-11,0 (14,3)	11,6 (9,9)
INSERM	-1,2 (16,6)	2,6 (14,7)	-24,5* (14,2)	23,1*** (6,8)
Nombre de conférences durant la thèse	3,1** (1,2)	0,0 (1,1)	-1,7 (1,1)	-1,4** (0,6)
Félicitations du jury	8,2 (6,6)	-5,8 (5,4)	-2,2 (5,6)	-0,2 (3,0)
A fait un post-doc	6,7 (6,8)	-4,9 (5,7)	-4,9 (5,9)	3,2 (3,1)
lnL			-400,5	
lnL0			-505,8	
Chi-deux			210,7***	
Nombre d'observations			384	

Source : enquête Irédu 2001. Modèle logit multinomial, estimation ML. Effets marginaux en %. Significativité des coefficients : * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

Tableau 87. Situation des docteurs sur le marché du travail en quatre catégories : modèles multinomiaux avec localisation du post-doc (effets marginaux, %).

	MCF ou CR	Chercheur, secteur privé	Chercheur, secteur interméd.	Autres emplois
Constante	-16,7 (15,4)	18,0 (13,1)	23,2* (13,0)	-24,5*** (7,4)
Sexe : féminin	-19,6*** (7,1)	-2,5 (5,8)	13,4** (5,7)	8,6*** (2,8)
Docteur-ingénieur	17,9** (7,8)	-5,6 (6,1)	-8,0 (6,7)	-4,2 (3,2)
Thèse plutôt fondamentale	33,5*** (7,0)	-23,8*** (5,9)	-11,9** (6,0)	2,2 (2,9)
Discipline du doctorat :				
physique	-17,5 (11,1)	15,4* (9,3)	1,0 (9,8)	1,2 (5,1)
Chimie	-8,1 (11,4)	4,2 (9,7)	-2,0 (10,2)	5,9 (5,0)
Sciences de la vie	1,4 (12,4)	-21,6* (11,9)	23,4** (10,5)	-3,2 (5,8)
Sciences de la terre et de l'univers	-32,5 (20,4)	22,7 (15,7)	-0,4 (16,7)	10,1 (7,2)
Financement du doctorat :				
allocataire MENRT	2,5 (8,8)	11,5 (7,3)	-26,3*** (7,3)	12,3*** (4,2)
Monitorat	23,8** (10,3)	-15,9 (10,0)	-18,8** (8,5)	10,9** (4,9)
Bourse d'un organisme public	-17,5 (11,1)	16,9* (8,7)	-7,5 (8,9)	8,2 (5,5)
Cifre	-12,2 (12,9)	24,8*** (9,1)	-17,7* (10,3)	5,1 (6,0)
Bourse d'une association, d'une fondation	-10,1 (12,4)	16,5 (11,3)	-8,0 (10,1)	1,6 (4,4)
Laboratoire de thèse : UMR	11,8 (8,5)	-16,8** (6,9)	-3,4 (7,3)	8,4* (4,5)
URA	-6,7 (10,6)	-12,2 (8,6)	6,9 (8,3)	12,0** (4,7)
Universitaire	-7,0 (16,1)	-5,6 (11,9)	2,3 (11,7)	10,3 (6,4)
CEA	18,3 (12,1)	-19,8** (9,0)	-13,1 (10,6)	14,6*** (5,2)
INRA	38,6** (18,0)	-37,3* (21,2)	-10,4 (14,3)	9,1 (8,8)
INSERM	7,6 (15,9)	3,7 (14,6)	-30,3** (14,3)	19,1*** (6,5)
Nombre de conférences durant la thèse	2,9** (1,2)	-0,1 (1,1)	-1,6 (1,1)	-1,1* (0,6)
Félicitations du jury	8,5 (6,6)	-5,2 (5,5)	-4,2 (5,7)	0,9 (2,8)
Post-doc en France : même laboratoire que thèse	25,1** (11,9)	-6,6 (10,3)	-17,2 (10,9)	-1,3 (5,0)
Post-doc en France : autre laboratoire	7,5 (11,0)	-14,3 (11,1)	5,6 (9,0)	1,2 (3,9)
Post-doc aux USA	5,1 (8,8)	4,3 (7,4)	3,8 (7,7)	-13,2** (6,3)
In L			-397,8	
In L0			-507,8	
Chi-deux			219,8***	
Nombre d'observations			384	

Source : enquête Irédu 2001. Modèle logit multinomial, estimation ML. Effets marginaux en %. Significativité des coefficients : * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

B. L'effet du post-doctorat sur l'accès aux emplois académiques : le post-doc, un choix raisonné ?

Nous débutons cette section par quelques estimations sur données Céreq (a). Ces résultats nous permettent d'introduire les difficultés inhérentes à l'estimation de l'impact du post-doctorat sur le marché du travail, difficultés que nous venons de rencontrer également dans la section précédente. La diversité des post-docs – de par leur localisation, leur durée et l'activité de recherches concrètement effectuée par le post-doctorant – doit être pris en compte pour espérer mesurer leur impact sur l'insertion des docteurs. D'autres éléments importants tels que les activités des docteurs en thèse – entre autres la nature des activités de recherche et le nombre de conférences et de publications – et les perspectives de carrières sont également à considérer parmi les facteurs pouvant avoir un impact sur l'insertion, comme dans la section précédente. Mais il est surtout nécessaire de procéder à la correction des problèmes d'endogénéité et de sélection posés par l'inclusion des variables relatives au post-doctorat. C'est à cette tâche que s'atèle la deuxième partie de cette section (b) à l'aide des données Irédu (2001).

a) Quelques estimations sur données Céreq 1999

Nous avons vu dans le chapitre précédent, à l'occasion de notre comparaison France-Etats-Unis, à l'aide des données Céreq, que la probabilité d'être dans différentes situations sur le marché du travail trois ans après la soutenance est influencée par de nombreuses variables.³⁵³ Les probabilités – d'être au chômage ou en inactivité, d'être MCF ou CR, d'être employé dans le secteur privé, de posséder un autre emploi et d'être toujours en post-doc – sont en effet affectées par la discipline du doctorat, les moyens de financement obtenus en thèse, le laboratoire de rattachement en thèse, la possession du titre d'ingénieur et la durée de la thèse. Pour ce qui concerne la probabilité d'être en post-doctorat, on constatait par exemple que le fait d'avoir bénéficié d'une convention Cifre diminuait fortement (-14,7%) la probabilité d'être « toujours » en post-doc trois ans après la soutenance. Les moniteurs avaient également une probabilité plus faible d'être en post-doc (-5,3%). Dans d'autres modèles, on pouvait constater que les allocataires (sans monitorat) avaient par contre une probabilité légèrement accrue d'être en post-doc. Les docteurs-ingénieurs n'avaient pas, par contre, une probabilité significativement différente des autres docteurs d'être en post-doc.

³⁵³ Consulter par exemple les résultats des estimations issues du Tableau 22 p. 122 et les commentaires qui leur sont associés.

Cependant, du fait que la typologie en cinq catégories utilisée incluait la catégorie « toujours en post-doctorat », il était impossible d'introduire des variables relatives au post-doctorat dans les modèles. Économétriquement cela aurait rendu les estimations impossibles et, pratiquement, cela serait revenu à estimer l'impact de faire un post-doc sur la probabilité d'être toujours en post-doc.

En reprenant l'échantillon extrait de l'enquête du Céreq de 1999, et la typologie des emplois que nous avons obtenue à l'aide d'une recodification de la base³⁵⁴, et en excluant de l'échantillon les docteurs actuellement en post-doc, on peut espérer résoudre ces problèmes et mesurer l'impact du post-doc sur la probabilité d'être dans une des quatre situations (typologie précédemment utilisée) sur le marché du travail. En estimant le modèle selon cette méthode, les docteurs ayant fait un post-doc auraient alors une probabilité d'être maîtres de conférences ou chercheurs dans un grand organisme de recherche accrue de 23,1% par rapport aux docteurs n'ayant pas effectué de post-doctorat, *ceteris paribus* (Tableau 88). Cependant, cette méthode entraîne un sérieux problème de sélection puisque sont exclus de la base tous les individus actuellement en post-doc.³⁵⁵ La durée d'observation n'est pas suffisamment longue pour espérer mesurer, par cette méthode, l'effet du post-doc sur les conditions d'emplois des docteurs. Cette difficulté est particulièrement problématique en sciences de la vie où les post-doctorats sont les plus fréquents et où ils durent les plus longtemps.

³⁵⁴ Typologie présentée, par exemple, dans le Tableau 79, p. 235.

³⁵⁵ Dont on a vu qu'ils représentaient une proportion importante des docteurs et que cette proportion variait fortement d'une discipline à l'autre (Tableau 80 p. 235).

Tableau 88. Variables explicatives de la probabilité d'être dans une des quatre situations sur le marché du travail, post-doctorats exclus (effets marginaux en %).

	Chômeur, inactif	Autres emplois	Académique	Privé
Constante	-49,1** (19,85)	-9,9 (12,76)	74,9*** (27,56)	-15,9 (28,54)
Sexe féminin	9,5*** (2,56)	3,1 (1,91)	-6,6* (3,98)	-6,1 (3,96)
Financement : allocataire	7,8*** (3,01)	-1,5 (2,27)	-2,2 (4,60)	-4,1 (4,57)
Allocataire-moniteur	-7,2** (3,39)	4,1* (2,30)	16,3*** (4,85)	-13,2** (5,20)
Cifre	3,1 (4,04)	-3,8 (3,38)	-29,1*** (6,57)	29,8*** (5,48)
Docteur-Ingénieur	-7,3** (3,64)	-6,3** (2,92)	6,7 (4,96)	6,9 (4,48)
Au moins un stage en entreprise	-10,6** (5,17)	-1,3 (3,26)	-10,3* (6,15)	22,1*** (5,53)
Discipline : chimie	11,2*** (4,09)	1,0 (3,01)	-22,4*** (6,58)	10,3* (6,02)
Informatique	-22,3** (9,28)	-6,0 (4,51)	3,8 (8,12)	24,5*** (7,40)
SPI	3,5 (4,95)	-3,7 (3,88)	-8,5 (6,81)	8,6 (6,18)
Sciences de la terre	13,8** (6,32)	-8,7 (8,15)	11,8 (10,81)	-16,9 (11,27)
Sciences sociales	-3,5 (4,64)	-2,8 (2,99)	17,8*** (6,29)	-11,5* (6,52)
Sciences de la vie	5,0 (4,35)	3,2 (3,00)	-1,9 (6,55)	-6,4 (6,63)
Laboratoire : universitaire	1,3 (3,74)	-4,9 (3,03)	12,8** (5,43)	-9,2* (5,42)
CNRS ou CNRS-université	0,4 (3,27)	2,1 (2,36)	-4,2 (4,73)	1,7 (4,51)
INSERM	-1,0 (7,70)	7,4* (4,34)	12,1 (12,52)	-18,5 (13,56)
Durée de la thèse	1,1 (0,79)	0,01 (0,49)	-2,2** (1,10)	1,0 (1,16)
Carré de la durée de la thèse	-0,008 (0,0076)	0,002 (0,0045)	0,017 (0,0108)	-0,011 (0,0117)
A effectué un post-doc	-0,3 (3,09)	-12,8*** (2,92)	23,1*** (4,67)	-10,1** (4,80)
In L			-947.1	
In L0			-1114.9	
Chi-deux			335.6	
Nombre d'observations			881	

Source: Céreq 1999. Echantillon dont sont exclus les individus en toujours en post-doc au moment de l'enquête. Notes : estimation ML d'un modèle logit multinomial. Effets marginaux en % avec erreurs-types entre parenthèses. Référence pour la discipline : mathématiques et physiques. Significativité des coefficients : * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

Pour résoudre ce problème de sélection, nous faisons une hypothèse : nous supposons que le post-doctorat a essentiellement un impact sur la probabilité d'avoir un poste académique. D'une part, nous avons montré³⁵⁶ que les docteurs qui envisageaient une carrière académique étaient plus enclins que les autres à entreprendre un post-doctorat. On peut donc estimer que ces individus vont essayer de valoriser ce post-doc sur le marché académique et qu'il est probable qu'ils en attendent un retour sur investissement en termes d'accès à un poste académique. D'autre part, nous venons de voir³⁵⁷ que l'effet marginal (en valeur absolue) du post-doc ou de la localisation du post-doc sur la probabilité d'être MCF ou CR est bien plus élevé et bien plus significatif que celui de ces mêmes variables sur les probabilités d'être chercheur dans le secteur privé, le secteur intermédiaire ou d'avoir un « autre emploi ».³⁵⁸

Nous pouvons alors estimer la probabilité d'être MCF ou CR en fonction d'un certain nombre de variables, dont fait partie la variable post-doc. L'estimation de deux modèles est ici proposée (Tableau 89) : le premier sans prise en compte du problème éventuel de sélection par l'estimation d'un probit univarié (modèle 1), le second avec prise en compte du phénomène de sélection par l'estimation d'un probit bivarié avec sélection (modèle 2), la sélection portant sur les individus toujours en post-doc au moment de l'enquête. Nous utilisons une nouvelle fois un modèle à deux équations, une règle de sélection et une structure normale bivariée des termes d'erreurs, de la forme³⁵⁹ :

$$y_{i1}^* = \beta'_1 \mathbf{x}_{i1} + \varepsilon_{i1}$$

$$y_{i2}^* = \beta'_2 \mathbf{x}_{i2} + \varepsilon_{i2}$$

$$y_{i1} = \begin{cases} 1 & \text{si } y_{i1}^* > 0 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases} \quad \text{et} \quad y_{i2} = \begin{cases} 1 & \text{si } y_{i2}^* > 0 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

³⁵⁶ Voir les estimations relatives à la probabilité de faire un post-doc du Tableau 68 p. 204.

³⁵⁷ Voir Tableau 87 (p. 254) et Tableau 88 (p. 257), en dépit des limites et des imperfections des estimations déjà soulignées.

³⁵⁸ Effets marginaux de respectivement 23,8% contre 12,8% et 10,1%.

³⁵⁹ L'équation de sélection explique donc la probabilité de ne pas être en post-doc au moment de l'enquête. Une petite gymnastique intellectuelle est nécessaire – mais elle ne vous demandera que peu d'efforts comparativement à ce que vous venez d'endurer pour parvenir à cette page 258 – en inversant les coefficients pour obtenir l'effet sur la probabilité d'être toujours en post-doc. On retrouve alors par exemple le résultat que les docteurs en sciences de la vie ont une probabilité plus forte que les autres d'être en toujours en post-doc trois ans après la soutenance, contrairement aux docteurs en informatique qui voient leur probabilité significativement diminuée. Cette équation présente les coefficients estimés relatifs à la sélection, effets qui sont intégrés dans la probabilité marginale de l'équation 1. La fonction de vraisemblance et de plus amples informations sur ce type de modèle peut être trouvée dans la section « C. Une analyse « subjective » : les raisons avancées par les individus eux-mêmes pour justifier leur abandon en thèse » p. 159.

$(y_{i1}, \mathbf{x}_{i1})$ seulement observé si $y_{i2}=1$.

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_{i1} \\ \varepsilon_{i2} \end{bmatrix} \sim N\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & \rho \\ \rho & 1 \end{bmatrix}\right)$$

Les effets marginaux des deux modèles présentés ici et du modèle multinomial précédent (colonne « académique ») sont relativement similaires. La significativité et l'ordre de grandeur de la plupart des coefficients ne varient en effet que de façon modérée.³⁶⁰

Le changement le plus important est sans surprise relatif à l'impact du post-doctorat. Les résultats montrent que le fait d'avoir effectué un post-doc n'a pas d'influence significative sur la probabilité d'accéder à un poste dans le secteur académique³⁶¹ contrairement à ce qui aurait pu être, hâtivement et improprement, conclu des résultats issus du Tableau 88.³⁶²

En revanche, les deux modèles – avec et sans sélection – offrent des effets marginaux très proches les uns des autres. En particulier, la variable post-doc n'est pas plus significative dans l'un que dans l'autre. Ce résultat n'est pas surprenant compte tenu de la non significativité du terme de corrélation des erreurs des deux équations. Il n'existerait donc pas d'effet de sélection³⁶³. Cependant, la base de données ne contenait que peu de variables pouvant être utilisées comme instruments dans l'équation de sélection.³⁶⁴

³⁶⁰ L'effet marginal pour les Cifre passe par exemple de -29,1% à -21,9% (modèle 2), celui relatif au monitorat de 16,3% à 11,1%. La variable sexe demeure peu ou pas significative. Les effets relatifs aux disciplines varient également de façon mesurée. Une seule variable – « laboratoire universitaire » – diminue et perd de sa significativité.

³⁶¹ Voir aussi les résultats obtenus par Recotillet (2002).

³⁶² On retrouve le résultat du Tableau 86 (p. 253) obtenu sur données Irédu.

³⁶³ Ici entendu au sens où les deux populations n'auraient pas de caractéristiques inobservables différentes. Ce problème de sélection est différent du précédent qui apparaissait du fait de l'élimination pure et simple de l'échantillon des individus toujours en post-doc.

³⁶⁴ La mise en évidence d'un phénomène de sélection est alors un peu compromise d'avance. Les vecteurs des deux équations étaient potentiellement très colinéaires et pouvaient poser des problèmes d'estimation. Ces problèmes ont été limités du fait de l'utilisation de variables continues – durée et carré de la durée de la thèse – dans l'équation 1 mais pas dans l'équation 2.

Tableau 89. Probabilité d'être MCF ou CR (effets marginaux en %).

	Modèle 1	Modèle 2	
		Probabilité	Sélection
Constante	13,4 (17,25)	1,3 (30,81)	1,48*** (0,171)
Sexe : féminin	-5,7** (2,60)	-4,4 (2,97)	-0,35*** (0,104)
Financement du doctorat : allocataire MENRT	-2,9 (3,00)	-1,9 (3,49)	-0,27** (0,114)
Allocataire-moniteur	11,2*** (3,11)	11,1*** (3,43)	0,21* (0,126)
Cifre	-19,6*** (4,42)	-21,9*** (5,28)	-0,14 (0,158)
Docteur-ingénieur	2,9 (3,28)	2,2 (3,70)	0,31** (0,135)
Au moins un stage en entreprise durant thèse	-7,3* (4,05)	-9,9** (4,39)	
Discipline du doctorat : chimie	-14,0*** (4,29)	-13,4*** (4,82)	-0,12 (0,163)
Informatique	-2,2 (4,97)	-6,0 (7,35)	0,75** (0,350)
Mécanique, électronique, SPI	-4,6 (4,59)	-4,4 (5,28)	-0,05 (0,198)
Sciences de la terre	1,1 (6,91)	3,0 (8,35)	-0,41* (0,248)
Sciences de la vie	-4,7 (4,22)	-4,5 (4,65)	-0,37** (0,157)
Sciences sociales	10,2** (4,18)	10,5** (4,69)	0,09 (0,168)
Laboratoire de thèse : universitaire	5,8 (3,63)	6,6 (4,15)	-0,08 (0,148)
CNRS ou CNRS université	-4,4 (3,13)	-4,9 (3,52)	0,06 (0,128)
INSERM	0,3 (7,33)	-0,8 (7,91)	0,21 (0,287)
Durée de la thèse	-0,94 (0,68)	-0,73 (0,78)	
Carré de la durée de la thèse	0,006 (0,0066)	0,004 (0,0076)	
A effectué un post-doc	4,4 (2,93)	3,4 (3,27)	
Rho		0.50 (1.83)	
ln L	-448.8	-1090.64	
Nombre d'observations	1060	1060	

Notes. Estimations ML de d'un modèle probit univarié et d'un modèle bivarié avec sélection. Deux premières colonnes : effets marginaux (en %). Équation de sélection : probabilité de ne pas être en post-doc, coefficients estimés. * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%. **Lecture** : les docteurs qui ont été moniteurs durant leur thèse ont une probabilité accrue de 11,1-11,2% d'accéder à un poste de maître de conférences ou de chargés de recherche au CNRS ou à un poste équivalent dans un grand organisme de recherche public, par rapport aux individus qui ont bénéficié d'autres financements (autres que allocation, monitorat et Cifre), toutes choses égales par ailleurs (i.e. une fois tenu compte de l'ensemble des autres effets introduits dans le modèle).

b) Traitement des problèmes d'endogénéité et de sélection à l'aide des données Irédu (2001)

L'effet des variables relatives au post-doctorat sur la probabilité d'avoir un emploi de chercheur dans le secteur académique ou d'enseignant-chercheur à l'université est étudié en trois étapes successives.

Dans le Tableau 90 (p. 270), nous présentons les résultats de l'estimation de 6 modèles probit univariés de la probabilité d'être MCF ou CR. Ceci constitue la première étape. Dans ces modèles nous intégrons un ensemble de variables dorénavant classiques pour caractériser l'activité des docteurs en thèse. Nous y faisons également figurer des variables relatives aux post-docs. Les modèles 1 et 2 intègrent une variable dichotomique pour la réalisation d'un post-doc tandis que les modèles 4 à 6 prennent en compte la localisation du post-doc – en France dans le même laboratoire que la thèse, en France dans un autre laboratoire, aux USA, ou dans un autre pays (la référence).

Mais deux types de problèmes risquent de biaiser les coefficients estimés à partir des modèles probit univariés.

D'une part, la décision d'effectuer une formation post-doctorale est une décision endogène et non pas aléatoire. Nous avons ainsi vu que vouloir une carrière académique incite les docteurs à entreprendre un post-doc.³⁶⁵ Le caractère non exogène de la décision d'effectuer un post-doc risque de biaiser les coefficients estimés dans les modèles sans prise en compte de l'effet de sélection si les deux populations ont des caractéristiques inobservables différentes.³⁶⁶ Nous traitons ce problème, et ceci est la deuxième étape, à l'aide de l'estimation de modèles probit bivariés (Tableau 91 p. 271). L'équation 1 correspond à la probabilité d'être MCF ou CR. L'équation 2 modélise la probabilité d'avoir effectué un post-doc.

D'autre part, la situation actuelle d'emploi des individus est uniquement observée pour les docteurs qui ne sont pas en post-doc à cette date. Un problème de sélection risque alors de se produire.³⁶⁷ Pour le traiter, nous procédons à l'estimation de modèles probit bivariés avec sélection. L'équation de sélection modélise la probabilité de ne pas être en post-doc au

³⁶⁵ Cf. les résultats du Tableau 68 page 204 et les commentaires qui y sont associés.

³⁶⁶ Nous pouvons donc contrôler certains effets tels que les perspectives de carrières mais d'autres caractéristiques demeurent inobservées en dépit des nombreuses informations présentes par l'enquête Irédu.

moment de l'enquête. Dans le Tableau 92 (p. 272) – dernière et troisième étape de cette analyse – nous présentons les estimations de trois modèles différents.

Plus formellement, les trois étapes peuvent être représentées comme suit.

La première étape consiste à estimer un modèle probit simple pour expliquer la probabilité d'être MCF ou CR :

$$y_i^* = \beta' \mathbf{x}_i + \varepsilon_i, \quad \varepsilon_i \sim N(0,1)$$

où y_i^* est une variable latente inobservable. La variable dépendante y_i , qui décrit la possession d'un emploi académique ou non, est telle que :

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

$y_i = 1$ si l'individu est effectivement MCF ou CR et $y_i = 0$ sinon. \mathbf{x}_i est le vecteur des variables explicatives et β le vecteur des paramètres à estimer.

Le log de la fonction de vraisemblance à maximiser est alors :

$$\ln L(\beta) = \sum_i [y_i \ln \Phi(\beta' \mathbf{x}_i) + (1 - y_i) \ln(1 - \Phi(\beta' \mathbf{x}_i))]$$

où $\Phi(\cdot)$ est la fonction de distribution normale.

La deuxième étape consiste à traiter le problème d'endogénéité posé par les variables relatives au post-doctorat. Notons y_{i2} la variable décrivant si l'individu a effectivement effectué un post-doctorat ou non : $y_{i2} = 1$ si l'individu a été en post-doc, $y_{i2} = 0$ sinon.

Le modèle estimé est alors, y_{i1} étant l'équivalent de y_i du modèle précédent :

$$y_{i1}^* = \beta'_1 \mathbf{x}_{i1} + \varepsilon_{i1}$$

$$y_{i2}^* = \beta'_2 \mathbf{x}_{i2} + \varepsilon_{i2}$$

Ces deux variables sont reliées aux données observables par :

³⁶⁷ Ce problème est identique à celui traité, sur données Céreq, dans la section « a) Quelques estimations sur données Céreq 1999 », p. 255.

$$y_{i1} = \begin{cases} 1 & \text{si } y_{i1}^* > 0 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases} \quad \text{et} \quad y_{i2} = \begin{cases} 1 & \text{si } y_{i2}^* > 0 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

Le problème d'endogénéité est traité à l'aide de la structure normale bivariée des termes d'erreurs :

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_{i1} \\ \varepsilon_{i2} \end{bmatrix} \sim N \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & \rho \\ \rho & 1 \end{bmatrix} \right)$$

Quatre résultats sont alors possibles :

$$\begin{aligned} p_{11,i} &= P(y_{i1} = 1, y_{i2} = 1) = F(\boldsymbol{\beta}'_1 \mathbf{x}_{i1}, \boldsymbol{\beta}'_2 \mathbf{x}_{i2}, \rho) \equiv F_i \\ p_{10,i} &= P(y_{i1} = 1, y_{i2} = 0) = \Phi(\boldsymbol{\beta}'_1 \mathbf{x}_{i1}) - F_i \equiv \Phi_{i1} - F_i \\ p_{01,i} &= P(y_{i1} = 0, y_{i2} = 1) = \Phi(\boldsymbol{\beta}'_2 \mathbf{x}_{i2}) - F_i \equiv \Phi_{i2} - F_i \\ p_{00,i} &= P(y_{i1} = y_{i2} = 0) \equiv 1 - \Phi_{i1} - \Phi_{i2} + F_i \end{aligned}$$

Ils nous permettent d'obtenir la fonction de vraisemblance (en logarithme) suivante :

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}_1, \boldsymbol{\beta}_2, \rho) = \sum_i [y_{i1} y_{i2} \ln p_{11,i} + y_{i1} (1 - y_{i2}) \ln p_{10,i} + y_{i2} (1 - y_{i1}) \ln p_{01,i} + (1 - y_{i1})(1 - y_{i2}) \ln p_{00,i}]$$

où $\Phi(\cdot)$ est la fonction de distribution normale (univariée) et $F(\cdot, \cdot; \rho)$ la fonction de distribution normale bivariée.

La troisième étape consiste à traiter le problème de sélection. Notons y_{i3} la variable décrivant si l'individu est ou non toujours en post-doc au moment de l'observation : $y_{i3} = 1$ si l'individu n'est pas en post-doc, $y_{i3} = 0$ sinon. La règle de sélection implique que y_{i1} – qui est toujours l'équivalent de y_i du modèle initial – soit seulement observé quand $y_{i3} = 1$. Le modèle estimé est alors :

$$\begin{aligned} y_{i1}^* &= \boldsymbol{\beta}'_1 \mathbf{x}_{i1} + \varepsilon_{i1} \\ y_{i3}^* &= \boldsymbol{\beta}'_3 \mathbf{x}_{i3} + \varepsilon_{i3} \end{aligned}$$

où y_{i1}^* est la propension à avoir le résultat 1 plutôt que le résultat 0 et y_{i3}^* est la propension à être sélectionné dans l'échantillon dans lequel le résultats est observé. Ces deux variables sont reliées aux données observables par :

$$y_{i1} = \begin{cases} 1 & \text{si } y_{i1}^* > 0 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases} \quad \text{et } y_{i3} = \begin{cases} 1 & \text{si } y_{i3}^* > 0 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

Enfin, la règle de sélection implique que $(y_{i1}, \mathbf{x}_{i1})$ est seulement observé si $y_{i3} = 1$.

Les termes d'erreurs suivent à nouveau une distribution normale bivariée :

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_{i1} \\ \varepsilon_{i3} \end{bmatrix} \sim N \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & \rho \\ \rho & 1 \end{bmatrix} \right)$$

Trois cas se présentent alors :

$$\begin{aligned} P(y_{i1} = 1, y_{i3} = 1) &= F(\boldsymbol{\beta}'_1 \mathbf{x}_{i1}, \boldsymbol{\beta}'_3 \mathbf{x}_{i3}, \rho) \equiv F_i \\ P(y_{i1} = 0, y_{i3} = 1) &= \Phi(\boldsymbol{\beta}'_3 \mathbf{x}_{i3}) - F_i \equiv \Phi_i - F_i \\ P(y_{i3} = 0) &\equiv 1 - \Phi_i \end{aligned}$$

où $\Phi(\cdot)$ est la fonction de distribution normale (univariée) et $F(\cdot, \cdot, \rho)$ la fonction de distribution normale bivariée.

En reprenant les expressions précédentes, le log de la fonction de vraisemblance à maximiser est ainsi :

$$\ln L(\boldsymbol{\beta}_1, \boldsymbol{\beta}_3, \rho) = \sum_i [y_{i1} y_{i3} \ln F_i + y_{i3} (1 - y_{i1}) \ln(\Phi_i - F_i) + (1 - y_{i3}) \ln(1 - \Phi_i)]$$

Nous avons tenté de résoudre simultanément les deux problèmes d'endogénéité et de sélection par l'estimation de modèles probit trivariés prenant en compte, et le problème d'endogénéité, et le problème de sélection, mais hélas sans succès.³⁶⁸

Les estimations de ces trois types de modèles ne fournissent pas des résultats très différents des modèles précédents.

Les docteurs-ingénieurs ont une probabilité plus élevée d'intégrer la sphère académique ce qui, au premier abord, peut sembler assez surprenant. Cependant, cela confirme que les ingénieurs qui entreprennent une thèse le font en général par réelle motivation ou intérêt pour la science et qu'ils sont particulièrement intéressés à entreprendre une carrière dans la

³⁶⁸ La taille relativement réduite de l'échantillon est probablement en cause et rend l'estimation de modèles aussi complexes impossible.

recherche publique. Néanmoins, par rapport aux estimations multinomiales précédentes, la variable ingénieur perd de sa significativité.³⁶⁹

Les femmes ont, elles, une probabilité bien plus faible d'intégrer la sphère académique, et ce, quelque soit le modèle utilisé. Ce résultat est conforme à la plupart des études internationales entreprises sur le sujet.³⁷⁰

La série du bac n'exerce pas d'effet significatif dans ces modèles.³⁷¹ D'autres variables socio-démographiques ont également été testées sans plus de succès. C'est par exemple le cas de l'âge en début de thèse qui n'a jamais eu d'effet significatif et que nous n'avons donc pas gardé dans les estimations.

Côté financements de la thèse, les variables monitorat et allocation d'un autre ministère augmentent la probabilité d'être MCF ou CR.³⁷²

Le rattachement du laboratoire de thèse exercerait également un certain effet : les docteurs rattachés à l'INRA, et dans une moindre mesure et de façon moins significative, à une UMR et au CEA³⁷³, auraient ainsi un accès favorisé au monde académique.

L'obtention des félicitations du jury n'a pas d'effet significatif.³⁷⁴ Rappelons que l'obtention des félicitations du jury avait tendance à accroître les chances d'entreprendre un premier post-doc – que ce soit en France ou aux Etats-Unis – mais qu'elle diminuait la

³⁶⁹ Notamment dans les modèles univariés 2, 4 et 6 où cette variable n'est plus significative. Chacun de ces modèles intègre une variable de durée de thèse, variable qui pourrait donc expliquer la perte de significativité de la variable ingénieur. Il en est de même pour les modèle bivarié pour correction d'endogénéité numéro 4. En revanche cette variable demeure significative une fois intégrée la durée dans le modèle bivarié pour sélection numéro 3.

³⁷⁰ Et il est démontré que les femmes ont des progressions de carrière plus lentes et plus difficiles (voir par exemple, Zuckerman, Cole et Bruer 1992 et NSF 2003 pour un survey de la littérature). Reste que cet effet peut être en partie être lui-même expliqué par le rôle spécifique des femmes dans les relations familiales, leur moindre mobilité internationale ou leur moindre propension à publier, variables elles-mêmes intimement liées. Voir également la section « A. La localisation du premier post-doc » (p. 214) pour quelques autres références sur ce sujet connexe.

³⁷¹ Nous avons malgré tout conservé la variable « bac C » qui était très légèrement significative dans des modèles moins complets.

³⁷² Les variables de financement qui ne sont pas présentes dans les modèles ont été exclues du fait qu'elles ne furent jamais significatives dans aucun des modèles estimés.

³⁷³ Les variables du type de rattachement perdent de leur significativité quand davantage de variables sont prises en compte dans les modèles probit simples. Elles sont par ailleurs peu ou pas significatives dans les modèles bivariés.

³⁷⁴ Les difficultés liées à l'utilisation de cette variable ont été soulignées dans la section « 1.2.2.4. Un point critique de la transition thèse-emploi ? La soutenance : analyse des mentions obtenues », page 178.

probabilité de faire un second post-doc en France. Il est donc malgré tout probable que l'obtention de la mention la plus favorable facilite indirectement l'insertion par un accès plus aisé à un post-doc, notamment à un post-doc en France, qui peut lui-même déboucher ensuite sur un poste académique permanent.

La durée de la thèse exerce également un certain effet sur la probabilité étudiée. Les docteurs dont la durée de la thèse a été longue – ici appréhendée par une variable dichotomique caractérisant les thèses dont la durée a été supérieure ou égale à 40 mois – auraient ainsi une probabilité plus faible d'accéder à une poste académique.

L'orientation des recherches menées en thèse exerce des effets prononcés sur la probabilité d'accéder à une fonction académique. Les docteurs à thèse plutôt fondamentale ont ainsi une probabilité bien plus élevée que les autres d'entreprendre une carrière universitaire ou dans la recherche publique.

En revanche, la discipline du doctorat n'a plus réellement d'effet, une fois tenu compte de l'ensemble des autres effets.

D'autres variables retraçant l'activité de recherche en thèse ont également des effets sur la probabilité en question. C'est le cas du nombre de conférences effectuées dans le cadre de la thèse qui a un effet positif sur la probabilité étudiée. En revanche le nombre de publications n'est jamais apparu significatif, tout comme dans la section précédente. Ce résultat assez surprenant provient sans doute du fait que le nombre moyen de publications réalisé pendant la thèse est assez faible et que la variance du nombre de publications est limitée³⁷⁵ ; de même la proportion d'individus sans aucune publication durant la thèse est légèrement plus élevée que celle d'individus sans aucune conférence. La non significativité de cette variable peut également être due à un effet disciplinaire, certaines disciplines sélectionnant les candidats sur la base des publications plus que d'autres ce qui peut rendre l'effet moyen toutes disciplines confondues non significatif.³⁷⁶ Enfin, la prise en compte des variables de financements peut

³⁷⁵ Des résultats plus détaillés sur ce thème sont présentés dans le chapitre 4. Cf. Tableau 117 et Figure 49 p. 401.

³⁷⁶ Sur ce point particulier, on se référera à la section « D. Quels effets « productivité » de la recherche en thèse sur l'accès à un poste académique ? », ci-après, page 281.

également rendre non significatif le nombre de publications puisque ces deux variables sont corrélées.³⁷⁷

La variable dichotomique post-doc n'est jamais significative. La localisation du post-doc exerce des effets qui sont similaires à ceux des modèles multinomiaux : seul le fait d'avoir entrepris un post-doc en France dans le même laboratoire que la thèse exerce un effet positif sur la probabilité d'être maître de conférences ou chargé de recherche au CNRS, même si une certaine variabilité dans les effets marginaux peut être observée (de 22 à 26%). Nous avons également cherché à contrôler pour l'activité de recherche effectuée en post-doc. En effet, les post-doctorants les plus actifs durant leur post-doc sont également ceux qui devraient avoir une plus forte probabilité d'intégrer la sphère académique selon les critères habituellement avancés par les instances de recrutement des MCF et des chargés de recherche. Le nombre de publications réalisé en post-doc n'exerce pas d'effet significativement différent de zéro sur la probabilité et l'introduction de cette variable ne modifie pas les effets marginaux de la localisation du post-doc.³⁷⁸

Ces quelques variables relatives au post-doc fournissent une information très fruste de la « qualité » du post-doc, notamment de la qualité de l'institution d'accueil. Or, cette qualité joue probablement un rôle dans l'insertion ultérieure. Mais il est difficile d'obtenir des indicateurs objectifs de qualité sans tout un travail complémentaire qu'il n'a pas été possible d'entreprendre dans le cadre de cette thèse.³⁷⁹

Quelques mots sur les équations introduites pour traiter les phénomènes d'endogénéité et de sélection. Nous avons déjà signalé que les modèles à variables qualitatives à

³⁷⁷ La section « D. Quels effets « productivité » de la recherche en thèse sur l'accès à un poste académique ? » (p. 281) étudiera en détail l'effet de la « productivité de la recherche en thèse ». Ce sera l'occasion de tester les trois hypothèses qui viennent d'être énoncées (effet variance, effet financement, effet disciplinaire).

³⁷⁸ Nous avons par ailleurs cherché à introduire des variables relatives au second post-doc. Cependant, les estimations de ces modèles ont alors été délicates et il est apparu difficile de conserver ces variables ; elles étaient d'ailleurs en général non significatives.

³⁷⁹ Le nombre de publications en post-doc fournit une indication limitée de la qualité du post-doc. Nous avons tenté d'introduire la rémunération en post-doc, autre indication possible de la qualité, particulièrement de la qualité de l'institution d'accueil tout au moins pour les post-doc effectués aux Etats-Unis, mais sans succès. Nous avons essayé de calculer des indicateurs de rémunérations ajustés, en régressant la rémunération en post-doc sur un ensemble de variables explicatives de base (variables démographiques, localisation...) et de calculer le résidu issu de cette pseudo équation de salaire. Ce résidu traduisait alors en quelque sorte le fait d'être plus ou moins bien rémunéré en post-doc. On pouvait alors intégrer ce résidu dans l'équation de probabilité ou, calculer des variables indicatrices de cette rémunération et les inclure dans cette même équation, ces variables traduisant la « qualité » du post-doc. Cette méthode se rapproche de celle que nous utiliserons dans le chapitre 4 lors de l'étude de la satisfaction. Néanmoins ici, ces efforts n'ont pas été couronnés de succès...

observabilité partielle sont difficiles à estimer et qu'il existe une forte instabilité et une grande sensibilité des coefficients estimés à la forme de l'équation de sélection. Les modèles estimés ici ne font pas exception à la règle. Il nous a parfois été impossible de faire converger les algorithmes d'optimisation quand les vecteurs des variables explicatives des deux équations étaient trop colinéaires ou pour de plus obscures raisons de données (Butler 1996).³⁸⁰

Trois versions différentes de l'équation qui corrigent le problème d'endogénéité de la décision d'entreprendre un post-doc ont été testées. Pour le premier modèle, l'équation de sélection prend en compte un nombre limité de variables relatives à la discipline du doctorat, aux financements de la thèse, à l'orientation des recherches en thèse, au rattachement du labo de thèse et la variable « en couple en fin de thèse ». Dans le modèle 2 et 4, l'équation de sélection tient compte, en plus de ces variables, de deux variables relatives à la thèse : la mention obtenue (félicitations du jury ou non³⁸¹) et le nombre de publications réalisées en thèse ou directement à partir des résultats de la thèse. L'équation de sélection du modèle 3 ajoute enfin des variables de carrière envisagée au début du doctorat (« souhaitait une carrière académique »). A chacune des équations de sélection correspond un vecteur de variables explicatives différent pour l'équation 1 qui modélise la probabilité d'être MCF ou CR. Nous avons fait le choix de ne présenter « que » trois modèles différents par manque de place – mais des dizaines de modèles différents ont été estimés – tout en voulant illustrer la grande flexibilité des configurations des équations qui ont été estimées. Dans chacune des trois équations de sélection, le signe et la significativité des coefficients sont conformes aux estimations réalisées sur la probabilité d'effectuer un post-doc³⁸² ; on retrouve ainsi quelques grands résultats déjà mis en évidence tels que les docteurs en sciences de la vie et les docteurs à thèse fondamentale ont une plus forte probabilité d'entreprendre un post-doc. Les effets marginaux estimés pour l'équation 1 varient relativement peu pour les variables principales expliquant la probabilité d'accéder aux fonctions d'enseignants-chercheurs ou de chercheurs ;

³⁸⁰ Cf. section « C. Une analyse « subjective » : les raisons avancées par les individus eux-mêmes pour justifier leur abandon en thèse », p. 159, et en particulier note No. 214, p. 162.

³⁸¹ Certaines universités ont supprimé cette mention. Pour tenter de corriger les effets des situations différentes entre universités quant à l'attribution des mentions, des variables dichotomiques relatives aux universités ont été introduites dans les modèles. Néanmoins, ces variables risquent de capter d'autres effets (géographiques, établissement...) non attribuables à la propension différenciée à attribuer des mentions. De plus, l'estimation était parfois rendue impossible du fait de la colinéarité des vecteurs ainsi introduite dans des modèles qui sont déjà difficilement estimables. Nous avons finalement opté pour la suppression de ces variables dichotomiques d'établissements, d'une part au vu de la très faible modification des résultats, et d'autre part face aux nouveaux problèmes d'estimation auxquels nous avons eu à faire face.

³⁸² Voir en particulier la section « 2.1.4.2. Le premier post-doc : résultats des estimations sur données Irédu 2001 » p. 200.

les estimations semblent donc relativement robustes malgré l'utilisation d'équations de sélection différentes les unes des autres.

Les modèles qui corrigent pour la sélection – le fait d'être toujours en post-doc au moment de l'enquête – ont posé plus de problèmes. Les trois modèles présentés le sont avec deux équations de sélection différentes : la première est une version de base ne tenant compte que de la discipline, de l'orientation des recherches en thèse et du laboratoire de rattachement alors que la seconde tient compte en outre du nombre de publications en thèse, de la mention obtenue, du statut familial en fin de thèse et de la carrière envisagée au début du doctorat. Les effets marginaux des variables essentielles de l'équation 1 demeurent relativement similaires en dépit de la différence entre les vecteurs de variables exogènes et des différences importantes entre les deux équations de sélection. Toutefois, le terme de corrélation des résidus, proche de 1, dans les modèles 1 et 3 est préoccupant. Les deux vecteurs de variables explicatives ne sont pas suffisamment différents l'un de l'autre dans ces deux modèles et peuvent biaiser les coefficients estimés. On fera donc davantage confiance aux estimations fournies par le modèle 2.

Tableau 90. Probabilité d'être MCF ou CR (effets marginaux, %).

	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4	Modèle 5	Modèle 6
Constante	-72,6*** (11,1)	-67,2*** (11,5)	-72,5*** (11,0)	-67,3*** (11,5)	-72,8*** (11,1)	-67,6*** (11,5)
Femme	-19,1*** (6,1)	-19,3*** (6,1)	-19,9*** (6,2)	-20,1*** (6,2)	-19,9*** (6,2)	-20,1*** (6,2)
Docteur-ingénieur	12,3* (6,7)	10,1 (6,9)	13,4* (7,0)	11,0 (7,2)	13,6* (7,0)	11,2 (7,2)
Thèse plutôt fondamentale	26,7*** (6,2)	28,0*** (6,3)	29,5*** (6,3)	30,7*** (6,4)	29,5*** (6,3)	30,8*** (6,4)
Discipline : chimie	7,3 (7,6)	7,5 (7,6)	8,4 (7,7)	8,7 (7,8)	8,3 (7,8)	8,5 (7,8)
Sciences de la vie	13,5 (8,6)	17,4* (8,9)	13,2 (8,6)	16,9* (8,9)	13,1 (8,7)	16,8* (8,9)
Informatique	11,6 (10,5)	13,5 (10,7)	13,8 (10,6)	15,7 (10,8)	14,0 (10,6)	16,0 (10,8)
Mathématiques	13,3 (19,1)	17,6 (19,2)	15,8 (19,5)	20,0 (19,6)	15,8 (19,5)	20,0 (19,6)
Sciences de la terre	-6,5 (15,2)	-2,4 (15,4)	-8,0 (15,9)	-4,5 (16,0)	-7,6 (15,9)	-4,0 (16,1)
Financement : allocataire	10,8 (6,7)	10,3 (6,7)	10,4 (6,7)	9,7 (6,8)	10,2 (6,8)	9,3 (6,8)
Allocataire-moniteur	31,8*** (8,1)	31,1*** (8,1)	31,8*** (8,1)	31,1*** (8,2)	31,7*** (8,1)	30,9*** (8,2)
Chargé de cours, TD	11,6 (8,6)	11,3 (8,7)	13,1 (8,6)	13,1 (8,6)	13,2 (8,6)	13,2 (8,6)
Allocataire d'un autre ministère	27,2** (13,0)	29,0** (13,1)	27,5** (13,1)	29,4** (13,2)	27,4** (13,1)	29,2** (13,2)
Laboratoire : UMR	12,5* (7,5)	13,0* (7,5)	11,7 (7,6)	12,0 (7,6)	11,9 (7,6)	12,2 (7,6)
URA	-4,4 (9,5)	-3,5 (9,5)	-4,6 (9,6)	-3,9 (9,6)	-4,2 (9,6)	-3,4 (9,6)
Universitaire	-1,3 (13,9)	1,1 (14,1)	-1,6 (13,8)	0,8 (13,9)	-1,2 (13,9)	1,2 (14,0)
CEA	19,3* (10,4)	19,5* (10,5)	16,5 (10,5)	16,9 (10,6)	16,9 (10,6)	17,5 (10,7)
INRA	30,2** (14,8)	29,5** (14,8)	29,4** (14,9)	28,8* (15,0)	30,1** (15,1)	29,6* (15,2)
INSERM	0,8 (14,3)	1,0 (14,3)	7,9 (13,7)	8,1 (13,7)	8,5 (13,8)	8,8 (13,8)
Bac C	5,1 (6,3)	4,4 (6,4)	4,2 (6,4)	3,6 (6,5)	4,0 (6,5)	3,3 (6,5)
Nombre de conférences en thèse	3,2*** (1,1)	3,0*** (1,1)	3,0*** (1,1)	2,7** (1,1)	3,0*** (1,1)	2,7** (1,1)
Félicitations du jury	5,5 (5,9)	4,4 (5,9)	6,4 (5,9)	4,9 (6,0)	6,4 (5,9)	4,8 (6,0)
Durée de la thèse supérieure à 40 mois		-11,3* (6,1)		-11,0* (6,2)		-11,1* (6,2)
A effectué un post-doc	7,2 (6,0)	6,7 (6,0)				
Post-doc, même labo			23,9** (10,3)	23,2** (10,4)	23,8** (10,3)	23,0** (10,5)
Post-doc, en France, autre labo			7,1 (9,5)	9,0 (9,5)	6,7 (9,6)	8,4 (9,5)
Post-doc aux USA			3,4 (7,8)	4,2 (7,9)	2,6 (8,2)	3,3 (8,2)
Nombre de publications durant post-doc					0,5 (1,6)	0,6 (1,6)
ln L	-198,9	-206,7	-199,1	-206,9	-199	-206,8
ln L0	-252,6	-256,9	-254,5	-258,9	-254,5	-258,9
Chi-deux	107,3***	100,5***	110,8***	104,0***	111,2***	104,2***
Nombre d'observations	384	384	384	384	384	384

Source : enquête Irédu 2001. Estimation ML de modèles probit univariés. Effets marginaux en %. * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

Tableau 91. Probabilité d'être MCF ou CR, correction pour endogénéité (%).

	Modèle 1		Modèle 2		Modèle 3		Modèle 4	
	Eq. 1	Eq. 2	Eq. 1	Eq. 2	Eq. 1	Eq. 2	Eq. 1	Eq. 2
Constante	-71,1*** (16,8)	-0,068 (0,225)	-77,8*** (13,4)	-0,606** (0,254)	-77,5*** (13,0)	-0,846*** (0,281)	-72,0*** (13,5)	-0,607*** (0,252)
Sexe féminin	-22,2*** (7,2)		-24,1*** (7,2)		-23,4*** (7,2)		-24,6*** (7,2)	
Docteur-ingénieur	13,0* (7,8)		15,2* (8,0)		15,4** (7,8)		12,6 (8,1)	
Thèse fondamentale	30,9*** (7,6)	0,378** (0,154)	31,2*** (7,4)	0,286* (0,156)	30,7*** (7,3)	0,243 (0,160)	32,5*** (7,6)	0,284* (0,156)
Physique		0,178 (0,229)		0,173 (0,230)		0,200 (0,228)		0,175 (0,230)
Chimie	3,6 (9,3)	0,206 (0,240)	7,9 (8,6)	0,016 (0,243)	7,9 (8,5)	0,030 (0,247)	8,1 (8,6)	0,16 (0,245)
Sciences de la vie	9,3 (12,1)	0,887*** (0,238)	12,8 (10,1)	0,629*** (0,244)	13,3 (9,9)	0,609** (0,243)	17,5* (10,5)	0,629*** (0,243)
Informatique	9,0 (13,3)		13,7 (12,3)		13,5 (12,0)		15,9 (13,0)	
Mathématiques	10,7 (24,8)		16,7 (24,0)		16,6 (23,6)		21,6 (23,1)	
Sciences de la terre	-7,0 (19,0)		-7,9 (18,9)		-7,2 (18,9)		-3,4 (19,5)	
Allocataire MENRT	17,3* (8,9)		14,0* (7,6)		13,0* (7,7)		13,2* (7,6)	
Moniteur	40,7*** (11,0)	-0,333* (0,196)	34,9*** (9,1)	-0,531** (0,213)	33,2*** (9,3)	-0,596*** (0,212)	34,0*** (9,0)	-0,531*** (0,213)
Chargé de cours, TD, TP	16,7* (9,9)		10,4 (9,4)		9,9 (9,3)		10,1 (9,4)	
Allocataire d'un autre ministère	36,8** (14,7)		32,6** (13,6)		30,4** (13,4)		34,4** (13,6)	
Bourse d'un orga. public		-0,663*** (0,208)		-0,738*** (0,213)		-0,661*** (0,227)		-0,739*** (0,213)
Cifre		-1,275*** (0,299)		-1,261*** (0,306)		-1,170*** (0,313)		-1,261*** (0,305)
Laboratoire : UMR	10,2 (9,6)		11,7 (9,0)		11,5 (8,9)		11,9 (9,0)	
URA	-6,4 (11,6)		-2,3 (10,5)		-2,3 (10,4)		-1,7 (10,5)	
Universitaire	-0,2 (17,4)	-0,362 (0,316)	2,0 (16,7)	-0,382 (0,342)	1,8 (16,2)	-0,342 (0,349)	4,6 (16,7)	-0,379 (0,342)
CEA	20,6* (12,3)		19,1 (11,7)		18,4 (11,6)		19,3 (11,8)	
INRA	31,7* (18,6)		32,7* (17,8)		31,9* (17,4)		31,7* (17,6)	
INSERM	2,7 (17,2)		3,5 (16,3)		3,2 (16,1)		2,9 (16,4)	
UPR		0,725*** (0,219)		0,674*** (0,219)		0,674*** (0,221)		0,672*** (0,219)
Bac C	6,0 (7,5)		6,1 (7,4)		5,7 (7,5)		5,4 (7,4)	
Nombre de conférences	3,7*** (1,4)		3,4*** (1,3)		3,3*** (1,3)		3,2** (1,3)	
Félicitations du jury	6,2 (7,1)		5,4 (7,0)	0,625*** (0,160)	5,8 (6,9)	0,659*** (0,162)	3,7 (6,9)	0,625*** (0,159)
Nombre de publi en thèse				0,104*** (0,036)		0,096*** (0,037)		0,104*** (0,036)
Thèse > 40 mois							-12,7* (7,2)	
En couple fin de thèse		-0,365** (0,163)		-0,215 (0,166)		-0,161 (0,170)	0,4 (0,8)	-0,213 (0,166)
Voulait carrière académique						0,379** (0,176)		
A fait un post-doc	-17,9 (26,9)							
Post-doc, même labo			23,9** (12,1)		26,0** (11,8)		23,9* (12,2)	
Post-doc en France			6,1 (11,8)		8,1 (11,4)		9,2 (11,8)	
Post-doc aux USA			-0,2 (11,3)		1,9 (11,0)		1,8 (11,1)	
Nombre de publi en post-doc					0,6 (1,7)			
Rho	0,42 (0,37)		0,10 (0,15)		0,27 (0,17)		0,08 (0,151)	
ln L	-420,1		-401,9		-399,1		-399,9	
Nombre d'obs.	384		384		384		384	

Source : enquête Irédu 2001. Estimation ML de modèles probit bivariés. Equation 1 : effets marginaux en % sur la probabilité d'être MCF ou CR. Equation 2 : coefficients estimés pour la probabilité d'avoir effectué un post-doc. * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

Tableau 92. Probabilité d'être MCF ou CR, correction pour sélection (%).

	Modèle 1		Modèle 2		Modèle 3	
	Probabilité	Sélection	Probabilité	Sélection	Probabilité	Sélection
Constante	-80,7*** (11,2)	1,552*** (0,289)	-77,2*** (19,3)	2,073*** (0,390)	-81,0*** (11,1)	2,22*** (0,386)
Femme	-22,6*** (5,7)		-22,5*** (6,5)		-22,8*** (5,5)	
Docteur-ingénieur	16,2** (6,4)		16,6** (7,3)		13,7** (6,6)	
Thèse fondamentale	25,5*** (5,9)	-0,464*** (0,156)	30,3*** (6,7)	-0,412** (0,167)	27,6*** (6,2)	-0,392** (0,165)
Discipline : physique		-0,146 (0,310)		-0,172 (0,329)		-0,082 (0,336)
Chimie	8,7 (7,9)	-0,469 (0,315)	8,5 (8,3)	-0,589* (0,341)	8,1 (7,9)	-0,440 (0,342)
Sciences de la vie	9,6 (8,2)	-1,080*** (0,286)	13,1 (9,0)	-1,185*** (0,305)	12,1 (8,5)	-1,064*** (0,311)
Informatique	13,6 (11,1)		15,4 (11,4)		17,0 (11,8)	
Mathématiques	23,0 (21,1)		18,3 (21,6)		25,3 (19,5)	
Sciences de la terre	-2,0 (17,4)		-5,6 (18,5)		3,5 (17,8)	
Financement : allocataire	7,7 (6,0)		10,6 (7,1)		5,8 (6,1)	
Allocataire-moniteur	25,9*** (7,1)	0,542*** (0,201)	30,2*** (8,2)	0,545*** (0,209)	24,1*** (7,0)	0,564*** (0,196)
Chargé de cours, TD, TP	9,9 (7,2)		12,8 (8,4)		11,0 (7,3)	
Allocataire autre ministère	20,7* (11,3)		29,5** (12,6)		31,4** (12,7)	
Bourse orga. Public		0,366 (0,258)		0,323 (0,283)		0,078 (0,292)
Cifre		0,836* (0,435)		0,594 (0,438)		0,279 (0,444)
Laboratoire : UMR	6,9 (7,6)		10,6 (8,4)		8,2 (7,5)	
URA	-4,2 (9,2)		-3,6 (10,1)		-2,1 (9,0)	
Universitaire	-0,9 (13,9)	-0,382 (0,302)	0,9 (15,2)	-0,376 (0,300)	7,3 (13,9)	-0,550* (0,313)
CEA	9,7 (10,0)		17,8 (11,3)		13,0 (10,1)	
INRA	17,6 (12,3)		25,2* (14,9)		22,5* (12,3)	
INSERM	5,3 (10,8)		8,0 (14,0)		5,5 (10,8)	
UPR		-0,144 (0,207)		-0,183 (0,226)		-0,173 (0,214)
Bac C	2,4 (5,9)		3,8 (6,9)		0,9 (6,1)	
Nb de conférences en thèse	2,7*** (1,1)		3,0** (1,2)		2,7*** (1,0)	
Félicitations du jury	5,4 (5,4)		5,1 (6,1)	0,097 (0,164)	4,0 (5,5)	0,085 (0,157)
Post-doc, France, même labo	22,2** (8,9)		26,8** (10,5)		22,1** (9,3)	
Post-doc, France, autre lab.	5,1 (8,0)		9,0 (9,9)		4,6 (8,1)	
Post-doc aux USA	5,1 (7,3)		3,3 (8,8)		3,5 (7,5)	
Nb public en post-doc			0,9 (1,5)		1,2 (1,3)	
En couple en fin de thèse				0,249 (0,162)		0,041 (0,148)
Nb de publi en thèse				0,026 (0,027)		0,008 (0,024)
Durée thèse > 40 mois					-12,9** (5,7)	
Voulait carrière académique				-0,856*** (0,238)		-0,903*** (0,228)
Rho	0,987*** (0,219)		0,800 (0,537)		0,997*** (0,131)	
ln L	-414,2		-400,6		-398,9	
Nombre d'observations	482		482		482	

Source : enquête Irédu 2001. Estimation ML de modèles probit bivariés avec sélection. Equation 1 : probabilité d'être MCF ou CR (effets marginaux en %). Equation de sélection : probabilité de ne pas être en post-doc au moment de l'enquête (coefficients estimés). * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

C. Le monitorat d'initiation à l'enseignement supérieur : un effet de signal sur l'insertion ?

Pour étudier l'effet propre des modes de financement, et particulièrement du monitorat, sur les situations d'après thèse, nous procédons à l'estimation de modèles similaires à ceux que nous avons estimé pour étudier le rôle du post-doctorat dans l'insertion. Les estimations précédentes sur données Irédu³⁸³ et sur données Céreq³⁸⁴ ont montré que les moniteurs semblent moins souvent au chômage et paraissent accéder plus facilement aux postes de l'enseignement supérieur et de la recherche publique, toutes choses étant égales par ailleurs. Reste à confirmer ce rôle spécifique du monitorat dans l'accès à la profession académique en prenant en compte le fait que la décision d'être ou non moniteur n'est pas exogène. Les moniteurs et les non moniteurs ont potentiellement des caractéristiques inobservées différentes qui risquent de biaiser les coefficients estimés. Avant d'étudier ce problème d'endogénéité de la variable monitorat (b), nous rappelons brièvement ce qu'est le monitorat et nous présentons quelques caractéristiques spécifiques des moniteurs, notamment en termes de perspectives de carrières et de « productivité » en thèse (a).

a) Quelques caractéristiques spécifiques du monitorat et des moniteurs

La création des CIES en 1989, à la suite du rapport Bancel, a accompagné la mise en place du monitorat d'initiation à l'enseignement supérieur. Le monitorat est un statut spécifique qui permet une pratique d'enseignement et une préparation aux fonctions d'enseignant-chercheur en parallèle au travail de recherche. Cette possibilité de formation aux tâches d'enseignement est nouvelle dans le système universitaire français.³⁸⁵ Ce statut, complémentaire au statut d'allocataire de recherche (ou équivalent³⁸⁶), est alloué à un certain nombre de doctorants pour financer leurs thèses. En plus de leurs activités de formation à la recherche et par la recherche dans un laboratoire, les moniteurs doivent effectuer un tiers de service d'enseignement du service normal d'un enseignant-chercheur soit 64 heures de travaux

³⁸³ Section « A. Quelles sont les variables qui affectent la situation des docteurs sur le marché du travail ? Modèles multinomiaux sur données Irédu (2001) », p. 248.

³⁸⁴ Section « a) Quelques estimations sur données Céreq 1999 » p. 255.

³⁸⁵ De nombreux rapports de l'Education Nationale soulignent la diversité croissante des activités des enseignants-chercheurs et la nécessité d'adapter ou de modifier la formation des enseignants-chercheurs (Fréville 2001, Belloc 2003 et les contributions rassemblées dans les actes du colloque de l'Agence de modernisation des universités et établissements du 6 novembre 2001).

³⁸⁶ Deux autres situations sont possibles : bénéficier d'un régime d'aide comparable à l'allocation de recherche (contrat formation par la recherche ...) ou être ancien élève d'une Ecole normale supérieure et s'inscrire en doctorat immédiatement après l'achèvement de la scolarité ENS.

dirigés ou 96 heures de travaux pratiques annuellement, ce qui correspond à deux ou trois heures par semaine en moyenne sur l'année universitaire.

Le Décret n° 89-794 du 30 octobre 1989 spécifie les modalités et le contenu du monitorat. Le monitorat est décrit comme s'adressant aux étudiants « qui souhaitent se préparer à la fonction d'enseignant-chercheur » (Art. 1°). Leur initiation « aux fonctions d'enseignement » est assurée « sous la direction d'un enseignant-chercheur titulaire » (Art. 2) par une initiation par la pratique (les cours assurés en TD/TP) et par des « stages annuels de formation dispensés dans des centres d'initiation à l'enseignement supérieur » (Art. 3).³⁸⁷

Même s'il est bien précisé que l'Education Nationale ne s'engage aucunement à recruter les moniteurs à la fin de leur contrat, on peut malgré tout noter que les moniteurs doivent être davantage socialisés dans les universités que la majorité de leurs compères ne disposant pas de l'accès au monitorat, et que cette socialisation, ou les liens et les réseaux que les moniteurs ont pu nouer à l'occasion de leur monitorat, peut jouer favorablement sur le recrutement à l'université.

Les moniteurs et les docteurs qui ont bénéficié de financements alternatifs ont des aptitudes, des motivations et des productivités qui sont potentiellement différentes.

Illustrons cela à l'aide de quelques données de base sur les perspectives de carrières que les docteurs – moniteurs ou non – avaient en début de thèse. On constate alors que les deux tiers des docteurs envisageaient, au début de leur thèse, de travailler dans le secteur de la recherche publique ou universitaire³⁸⁸. Un tiers souhaitaient devenir chercheur dans le secteur privé.³⁸⁹ Enfin, 14% déclarent ne pas savoir exactement dans quel secteur ils souhaitaient plus particulièrement travailler à la suite de leur thèse.³⁹⁰ L'effet de la nature du financement de la thèse sur les perspectives de carrières est clairement perceptible (Tableau 93). Les moniteurs apparaissent avoir des perspectives de carrières plus particulièrement orientées vers

³⁸⁷ Pour plus des précisions complémentaires, voir Moguérou (2003a).

³⁸⁸ Et c'était le cas de trois doctorants sur quatre en sciences de la vie. Le chapitre 4 abordera plus en détail ce thème. Cf. section « 1.4. Une analyse des perspectives de carrières en début de thèse », p. 428.

³⁸⁹ Les étudiants en physique et en chimie étant de loin les plus intéressés par ce type d'emploi à l'issue de la thèse.

³⁹⁰ Une certaine différence apparaît entre hommes et femmes. La différence la plus importante concerne la proportion d'individus désireux de travailler dans la recherche privée, proportion de 33% pour les hommes et 26% pour les femmes.

l'université et la recherche publique par rapport aux autres docteurs. Notons que cet effet du monitorat ne correspond pas à un effet de structure disciplinaire.³⁹¹

Tableau 93. Carrières envisagées en début de thèse selon que le docteur a été moniteur ou non, par discipline (%).

	Physique	Chimie	Biologie	Maths	Total
Université ou recherche publique					
Moniteurs	75	89	90	79	84
Non moniteurs	50	52	70	61	60
Secteur privé					
Moniteurs	15	21	4	4	10
Non moniteurs	55	46	21	26	36

Source : enquête Irédu 2001.

Dans le Tableau 94 nous avons isolé quatre types de financements de thèse et les deux carrières principalement envisagées (académiques et privées). On constate que les moniteurs se distinguent légèrement des allocataires et des docteurs ayant été chargés de cours, TD ou TP durant leur thèse. Ce sont cependant, sans surprise, les docteurs Cifre qui ont majoritairement des perspectives de carrières orientées vers le secteur privé.

Tableau 94. Carrières envisagées en début de thèse selon le type de financement de la thèse (%).

	Université ou recherche publique	Secteur privé
Allocataire	72	24
Allocataire-moniteur	84	10
Chargé de cours, TD, TP	74	16
Cifre	25	69

Source : enquête Irédu 2001.

La « productivité » en thèse peut être appréhendée de façon simple grâce au nombre de publications et au nombre de conférences en thèse pour les moniteurs et les non moniteurs en fonction de la discipline du doctorat (Tableau 95). Les moniteurs semblent avoir publié relativement plus durant leur thèse et avoir participé à un nombre de conférences plus important que les docteurs ayant eu des financements de thèse alternatifs.

³⁹¹ Cet effet du monitorat sur les perspectives de carrières persiste une fois pris en compte un grand nombre d'autres variables. Cf. Tableau 128, p. 435.

Tableau 95. Nombre de publications et nombre de conférences durant la thèse, par discipline.

	Physique	Chimie	Biologie	Maths	Ensemble
Nombre de publications					
Moniteurs	5.2	5.9	4.8	3.7	4.7
Non moniteurs	2.5	3.7	3.9	2.7	3.3
Nombre de conférences					
Moniteurs	5.7	4.1	4.0	4.3	4.4
Non moniteurs	3.2	3.3	3.9	5.3	3.7

Source : enquête Irédu (2001).

b) *Le monitorat, une variable non exogène : quelles conséquences sur les estimations ?*

Malgré la prise en compte de l'ensemble des variables qui révèlent la productivité et les motivations des chercheurs, variables introduites dans les modèles de la section précédente, d'autres caractéristiques inobservées peuvent continuer à biaiser les coefficients estimés du fait du caractère non exogène de la « décision » d'être ou non moniteur. La variable monitorat introduite dans les modèles précédents ne peut alors être considérée, en toute rigueur, comme strictement exogène. Les deux probabilités – probabilité d'accéder à un emploi académique et probabilité d'être moniteur – ne sont donc pas indépendantes. Une estimation conjointe et simultanée des deux probabilités est nécessaire si on veut espérer mesurer l'effet exact du monitorat sur la probabilité d'avoir un poste académique. Nous traitons ici ce problème à l'aide de l'estimation de modèles probit bivariés tenant compte de la corrélation des résidus des deux équations. La première équation a, comme dans la section précédente, pour variable dépendante la probabilité d'être MCF ou CR au CNRS, alors que la seconde équation modélise la probabilité d'être moniteur. Le modèle estimé se présente ainsi³⁹² :

$$y_{i1}^* = \beta'_1 \mathbf{x}_{i1} + \varepsilon_{i1}$$

$$y_{i2}^* = \beta'_2 \mathbf{x}_{i2} + \varepsilon_{i2}$$

$$y_{i1} = \begin{cases} 1 & \text{si } y_{i1}^* > 0 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases} \quad \text{et} \quad y_{i2} = \begin{cases} 1 & \text{si } y_{i2}^* > 0 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_{i1} \\ \varepsilon_{i2} \end{bmatrix} \sim N \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & \rho \\ \rho & 1 \end{bmatrix} \right)$$

Les résultats de l'estimation de deux modèles sont présentés dans le Tableau 97. La première colonne de chaque modèle présente les effets marginaux de la première probabilité en question, effets qui résultent de l'estimation conjointe des deux équations et qui corrigent donc le problème d'endogénéité de la variable monitorat. La seconde colonne répertorie les coefficients estimés pour la probabilité d'être moniteur.

Les résultats ne sont pas sensiblement modifiés par rapport à ceux issus des modèles univariés de la section précédente. Le terme de corrélation des résidus des deux équations (ρ) n'est d'ailleurs pas significatif aux seuils habituels ce qui semble indiquer qu'il n'existerait pas de problème d'endogénéité de la variable monitorat. C'est la première interprétation possible. La seconde consiste à noter que notre modélisation de la probabilité d'être moniteur demeure fruste puisque nous ne disposons que d'un ensemble relativement limité de variables individuelles susceptibles d'influencer cette probabilité.³⁹³

Le monitorat peut être vu comme un moyen de sélection précoce des futurs enseignants-chercheurs. En effet, si l'objectif initial avoué n'était pas celui-là – il était bien établi que l'Education Nationale ne s'engageait aucunement à recruter le moniteur, à l'issue de son contrat de trois ans, sur un poste de maître de conférence ; le succès du monitorat n'a d'ailleurs pas été immédiat, traduisant l'attentisme des doctorants de l'époque envers ce nouveau dispositif –, a posteriori le monitorat s'est transformé en un système sélectif favorisant l'entrée dans la profession académique. Cette entrée plus aisée dans le monde universitaire ou de la recherche publique pour les moniteurs est un effet « pur » dans le sens où cet effet positif demeure une fois pris en compte des variables aussi importantes que l'orientation des recherches en thèse, les productivités individuelles en thèse et en post-doc ou les motivations individuelles. Et ce n'est pas non plus l'aspect enseignement du monitorat qui permet d'augmenter les chances d'obtenir un poste à l'université ou dans la recherche publique. En effet, les docteurs qui ont donné des cours, TD ou TP durant leur thèse n'ont par exemple pas une probabilité significativement plus élevée que les autres d'accéder à une position académique.³⁹⁴

³⁹² Il s'agit d'un modèle formellement identique au deuxième modèle présenté dans la section « b) Traitement des problèmes d'endogénéité et de sélection à l'aide des données Irédu (2001) » (p. 261). On laissera le lecteur s'y reporter s'il souhaite obtenir plus de précisions.

³⁹³ Nous ne disposons pas en particulier de variables d'aptitude à proprement parler.

³⁹⁴ Il aurait été intéressant toutefois de disposer d'informations complémentaires sur les modalités et le contenu des enseignements assurés par les chargés de cours, TD et TP. En effet, sous une même dénomination se cache certainement un ensemble de pratiques bien différentes qui vont des quelques heures d'enseignement effectués

Cet effet « pur » du monitorat peut alors être interprété comme un effet de signal qui favorise l'accès aux postes de l'université et de la recherche publique. Les commissions de recrutement ou de sélection privilégient les moniteurs probablement moins pour la qualité de la formation qu'ils ont reçue que pour les attaches que ces derniers ont su se créer à l'université durant leur monitorat. Les liens noués durant le monitorat permettent aux doctorants qui en ont bénéficié de « sortir » de leurs laboratoires de rattachement et d'accroître leur visibilité dans les unités d'enseignement de l'université en se créant un ensemble de réseaux pouvant être utiles lors d'un futur recrutement. Dans ce sens, le monitorat est le véritable complément académique au doctorat. L'estimation des modèles confirme cet effet propre et spécifique du monitorat dans l'accès aux fonctions d'enseignants-chercheurs.

Pour terminer cette section et compléter l'analyse de cet « effet réseau » du monitorat, présentons brièvement les perceptions individuelles des modalités de recrutement qu'ont les moniteurs par rapport aux autres docteurs.³⁹⁵

Pour les individus qui ont un emploi à l'université ou dans la recherche publique, les moniteurs se distinguent des non moniteurs puisqu'ils sont une proportion bien plus élevée à mentionner l'aide du directeur de thèse et légèrement plus forte à citer celle d'un autre membre du laboratoire, aide ayant pu favoriser leur recrutement (Tableau 96). Les contacts noués durant la thèse sont avancés par 40% des individus, sans différence entre moniteurs et non moniteurs. Enfin, le post-doc et une recherche personnelle sont des réponses relativement moins fréquentes pour les enseignants-chercheurs et chercheurs de la recherche publique. En revanche, pour ceux qui ont un emploi de chercheur dans le secteur privé, peu de différences sont observées entre moniteurs et non moniteurs.

juste une fois au cours de la thèse pour « dépanner » un collègue, à des docteurs ayant enseigné de nombreuses heures des disciplines variées de façon régulière.

³⁹⁵ On utilise les mêmes variables que dans la section « 2.2.2.1. Analyse subjective de l'accès aux emplois : du discours... » p. 240.

Tableau 96. Moyens ou personnes ayant facilité l'accès à l'emploi actuel, selon la nature de cet emploi et le financement de la thèse (%).

	Secteur académique			Chercheurs, secteur privé		
	Ensemble	Moniteurs	Non moniteurs	Ensemble	Moniteurs	Non moniteurs
Aide du directeur de thèse	47	63	39	14	11	14
Aide d'un autre membre du labo	36	33	38	10	22	9
Contacts noués durant la thèse	40	40	40	25	22	26
Post-doc	26	21	28	17	22	16
Recherche personnelle	20	17	22	61	67	60

Source : enquête Irédu 2001.

Tableau 97. Probabilité d'accéder à une profession académique, avec correction du problème d'endogénéité de la variable monitorat.

	Modèle 1		Modèle 2	
	Probabilité	Endogénéité	Probabilité	Endogénéité
Constante	-48,9 (39,5)	-0,495*** (0,239)	-67,0*** (11,7)	-0,495*** (0,236)
Femme	-18,8*** (6,7)	0,201 (0,157)	-18,7*** (6,4)	0,203 (0,153)
Ingénieur	12,0 (7,7)	-0,049 (0,167)	12,7* (7,6)	-0,050 (0,166)
Thèse plutôt fondamentale	28,8*** (7,2)	0,469*** (0,145)	28,0*** (6,7)	0,470*** (0,145)
Discipline du doctorat : chimie	4,0 (9,0)	0,060 (0,229)	7,4 (7,8)	0,060 (0,229)
Sciences de la vie	13,6 (11,8)	0,756*** (0,233)	15,9 (9,8)	0,756*** (0,232)
Informatique	8,9 (15,3)		13,6 (12,2)	
Mathématiques	14,1 (24,2)		18,9 (21,0)	
Sciences de la terre	-9,5 (21,3)		-5,7 (18,4)	
Physique		0,175 (0,219)		0,176 (0,219)
Financement du doctorat : allocataire	7,7 (7,2)		7,3 (6,9)	
Allocataire-moniteur	29,3*** (9,6)		26,4*** (8,4)	
Chargé de cours, TD, TP	12,1 (9,4)		8,1 (8,8)	
Laboratoire de rattachement en thèse : UMR	9,5 (12,1)		12,4 (8,2)	
URA	-10,5 (14,0)		-4,0 (9,8)	
Universitaire	-5,7 (19,6)	-0,341 (0,293)	0,2 (15,4)	-0,342 (0,294)
CEA	15,2 (14,2)		15,7 (11,4)	
INRA	28,1 (19,8)		29,1 (17,7)	
INSERM	-6,2 (18,2)		-1,9 (15,1)	
UPR		0,721*** (0,232)		0,717*** (0,231)
Bac C	3,4 (7,1)	-0,137 (0,173)	2,1 (6,7)	-0,137 (0,169)
Nombre de conférences en thèse	3,1** (1,3)		2,8** (1,2)	
Félicitations du jury	5,1 (7,1)		4,1 (6,7)	
A effectué un post-doc	-22,9 (55,0)			
Durée de la thèse supérieure à 40 mois	-11,2 (7,0)		-10,8* (6,4)	
Envisageait une carrière académique en début de thèse	6,9 (6,8)		6,3 (6,1)	
Localisation du post-doc : en France, même labo			26,7** (12,0)	
Post-doc en France, autre labo			11,5 (11,5)	
Post-doc aux USA			6,9 (10,4)	
Nombre d'articles publiés en post-doc			1,1 (1,6)	
InL		-439,0		-441,7
Rho		-0,086 (0,178)		-0,107 (0,177)
Nombre d'observations		384		384

Source : enquête Irédu 2001. Estimation ML de modèles probit bivariés. Colonne « probabilité » : effets marginaux en %. Colonne endogénéité : coefficients estimés pour l'équation d'endogénéité. * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

D. Quels effets « productivité » de la recherche en thèse sur l'accès à un poste académique ?

Dans les sections précédentes nous avons montré que seul le nombre de conférences semble exercer un effet (positif) sur la probabilité d'accéder à la profession académique. Le nombre de publications ne semble en revanche pas exercer d'effet significatif. Pour expliquer ce résultat assez surprenant, nous avons avancé trois hypothèses qu'il convient d'étudier plus précisément ici :

- Un effet « variance » : le nombre moyen de publications réalisé pendant la thèse est assez faible, la variance du nombre de publications est limitée et la proportion d'individus sans aucune publication est légèrement plus élevée que celle d'individus sans aucune conférence.
- Un effet discipline : certaines disciplines sélectionnant en effet les candidats sur la base des publications plus que d'autres ce qui peut rendre l'effet moyen toutes disciplines confondues non significatif.
- Un effet financement : les variables de financement de thèse sont corrélées avec le nombre de publications.

Nous avons dans un premier temps introduit différentes combinaisons linéaires du nombre de conférences et du nombre de publications dans des modèles similaires à ceux qui ont été estimés précédemment.

Une variable de « productivité moyenne » en thèse de la forme a été construite :

$$Pm_i = \alpha Np_i + (1 - \alpha) Nc_i \quad \alpha \in [0,1]$$

où Np_i est le nombre de publications en thèse et Nc_i le nombre de participation à des conférences en thèse pour l'individu i . α est un paramètre de pondération à spécifier.

Elle a été introduite comme variable explicative dans les modèles qui expliquent la probabilité d'être MCF ou CR :

$$y_i^* = \beta' x_i + \eta Pm_i + \varepsilon_i, \quad \varepsilon_i \sim N(0,1)$$

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

où y_i^* est une variable latente inobservable. La variable dépendante y_i , qui décrit la possession d'un emploi académique ou non, est telle que : $y_i = 1$ si l'individu est effectivement MCF ou CR et $y_i = 0$ sinon. \mathbf{x}_i est le vecteur des variables explicatives autres que la variable de productivité moyenne en thèse et β le vecteur associé des paramètres à estimer.

η mesure l'effet de la productivité moyenne en thèse sur la probabilité d'accéder à la profession académique. Cet effet n'est pas significatif à partir d'un certain seuil de α (Tableau 98). Ce tableau reprend les effets de la seule variable productivité moyenne en thèse issus de l'estimation de modèles dont le vecteur des variables explicatives est identique à celui utilisé dans le modèle 3 du Tableau 90 (p. 270). Il inclut le sexe, le titre d'ingénieur, le financement de thèse, l'orientation des recherches en thèse, le laboratoire de thèse, la discipline, la mention au doctorat, la localisation du postdoc et donc notre variable de productivité moyenne. L'utilisation de vecteurs de variables exogènes alternatifs ne modifiait cependant que très sensiblement les résultats fournis ici. Pour de faibles pondérations du nombre de publications – de faibles valeurs de α – (et donc de fortes pondérations du nombre de conférences), la variable synthétique de productivité moyenne en thèse a un effet marginal prononcé de l'ordre de 3,4-3,5% et très significatif. En revanche, pour des pondérations plus élevées du nombre de publications, l'effet marginal de la variable moyenne devient peu ou pas significatif. Il semble donc, et ce résultat est en accord avec ce que nous avons trouvé dans les sections précédentes, que le nombre de publications n'exerce que peu ou pas d'effets sur la probabilité d'être MCF ou CR.

Tableau 98. Effets marginaux sur la probabilité d'être MCF ou CR de la variable moyenne du nombre de publications et du nombre de conférences, selon diverses pondérations adoptées.

Publi : 10% Conf : 90%	Publi : 25% Conf : 75%	Publi : 50% Conf : 50%	Publi : 75% Conf : 25%	Publi : 90% Conf : 10%
0,034*** (0,012)	0,035*** (0,013)	0,031** (0,013)	0,019* (0,012)	0,013 (0,011)

Source : enquête Irédu 2001. Effets marginaux obtenus à l'issue de l'estimation de modèles similaires à celui du modèle 3 présenté dans le Tableau 90. Seuls les effets marginaux relatifs à la variable « productivité moyenne » (qui remplace donc la variable nombre de conférences des modèles initiaux) sont présentés ici selon les pondérations du nombre de publications (qui correspond au paramètre α) et du nombre de conférences adoptées pour la construire. Effets marginaux avec erreurs-types entre parenthèses. Seuils de significativité : * 10%, ** 5%, *** 1%.

Nous avons ensuite systématiquement estimé des modèles avec des combinaisons différentes de variables explicatives pour savoir laquelle des hypothèses avancées précédemment est la plus vraisemblable (effet « variance », effet disciplinaire, effet financement). Il est alors rapidement apparu que la non significativité du nombre de publications est très largement expliquée par la prise en compte simultanée des variables de financements et des variables de publications.³⁹⁶ En effet, en enlevant les variables de financements et en réestimant les modèles, on a pu constater que le nombre de publications est alors devenu significatif. Ce ne fut pas le cas lors des réestimations avec omission des variables disciplinaires ou des variables de laboratoires de rattachement.

Les 10 modèles du Tableau 99 (p. 285) ont donc été estimés sans les variables de financements.³⁹⁷ On a alors de nouveau testé différentes combinaisons de variables de publications et de conférences à l'aide de la variable de productivité moyenne en thèse présentée ci avant. Les autres variables introduites dans ces modèles sont les variables classiques hors financements : sexe, ingénieur, laboratoire, discipline et localisation du post-doc. Ici, la localisation du post-doctorat a été légèrement modifiée pour ne tenir compte que de trois modalités³⁹⁸ : le fait d'avoir fait un post-doc en France dans le même labo que sa thèse, le fait d'avoir entrepris un autre type de post-doc (en France dans un autre laboratoire que la thèse ou à l'étranger) et le fait de ne pas avoir effectué de post-doc (la référence).

Lorsque le nombre de publications est introduit seul, sans la variable nombre de conférences, il exerce alors un effet positif et significatif de l'ordre de 2% (modèles 2 et 4). L'activité de publications en thèse exerce donc bien un effet sur la probabilité d'accès à un poste à l'université ou dans la recherche publique, toutefois si on exclut les effets de financement. Le nombre de conférences introduit seul (modèles 3 et 5) exerce lui un effet

³⁹⁶ On peut constater que la nature du financement obtenu en thèse exerce un effet sur le nombre de publications de façon simple à partir du Tableau 95 (p. 276) présentant les différences entre moniteurs et non moniteurs. On remarque ainsi que la différence moyenne entre moniteurs et non moniteurs, en faveur des premiers, est plus grande pour le nombre de publications (1,4) que pour le nombre de conférences (0,7). Ce résultat est confirmé, et généralisé dans le sens d'un impact différencié des modes de financement de la thèse, par des modélisations toutes choses égales par ailleurs du nombre de publications en thèse dans le chapitre 4 (section « 1.2. Les déterminants de la productivité en thèse : résultats des estimations » p. 406 et suivantes).

³⁹⁷ Les effets marginaux sont donc sensiblement modifiés par rapport aux estimations précédentes. On veillera donc à faire attention lors de l'interprétation, en n'oubliant pas que les variables de financements ne sont pas prises en compte ici.

³⁹⁸ Nous avons opté pour ce choix compte tenu des problèmes de colinéarité que nous avons rencontré lors de l'estimation par discipline que nous présenterons dans les paragraphes suivants. Ce choix ne modifie cependant en rien les effets marginaux des autres variables comme nous avons pu le vérifier par d'autres estimations tenant compte des quatre modalités de localisation du post-doc.

marginal bien supérieur, de l'ordre de 3,4-3,6%, conforme à ce qui a été estimé précédemment mais légèrement supérieur puisque l'effet marginal obtenu lors de la prise en compte des variables de financements était d'au plus 3%.³⁹⁹ Lorsque nombre de publications et nombre de conférences sont introduits simultanément (modèles 6 et 7), seul le nombre de conférences demeure alors significatif. Il est évident que les deux variables sont corrélées⁴⁰⁰ ce que confirme l'estimation d'un modèle simple comme celui-ci⁴⁰¹ :

$$Nc_i = 2.436 + 0.383 Np_i \quad R^2 = 0.137, F = 79.6$$

(0.194) (0.0429)

Il est alors assez logique qu'une seule des deux variables demeure significative. Et comme le nombre moyen de conférences est supérieur au nombre moyen de publications, il n'est pas surprenant que seul le premier ait un effet significatif quand les deux variables sont simultanément introduites.⁴⁰²

Les résultats de l'introduction de la variable de productivité moyenne en thèse sont exposés dans les modèles 8, 9 et 10. La variable du modèle 9 tient compte de la moyenne simple des publications et des conférences. Le modèle 9 pondère le nombre de publications à 25% et le nombre de conférences à 75% alors que le modèle 10 fait l'inverse (publications 75%, conférences 25%).

Les résultats montrent que ces variables de productivité moyenne ont un effet très significatifs dont les effets marginaux s'échelonnent de 3 à 4%. On observe sans surprise que la variable qui pondère plus fortement le nombre de publications (à 75%) exerce un effet plus faible que la variable qui pondère plus fortement le nombre de conférences mais que cet effet demeure très significatif contrairement aux modèles avec variables de financements (l'effet marginal est de 2,9%, significatif à 2% contre un effet, présenté dans le Tableau 98, similaire de 1,9%, significatif à 10%). Même en pondérant très fortement le nombre de publications, à 90% par exemple (non présenté ici), on constate que le coefficient relatif à la variable moyenne demeure significatif (p-value de 0,042) et exerce un effet marginal de 2,2%,

³⁹⁹ Ceci confirme que les variables de financement exercent un effet important sur l'accès à la profession académique, mais que cet effet est corrélé à d'autres variables, notamment les variables de publications et de conférences.

⁴⁰⁰ Le coefficient de corrélation entre ces deux variables est de 0,37.

⁴⁰¹ Coefficients avec erreurs-types entre parenthèses.

⁴⁰² Encore que ce soit plus compliqué que cela puisque le résultat dépend de la composition des deux vecteurs et pas seulement de leur valeur moyenne respective...

contrairement aux résultats présentés dans le Tableau 98 issues des estimations des modèles tenant compte des variables de financements (effet marginal de 1,3%, non significatif à 10%).

Tableau 99. Probabilité d’être MCF ou CR avec combinaisons de variables de publications et de conférences et hors variables de financements (effets marginaux).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Constante	-0,406*** (0,088)	-0,479*** (0,095)	-0,557*** (0,099)	-0,525*** (0,099)	-0,607*** (0,104)	-0,578*** (0,101)	-0,620*** (0,105)	-0,605*** (0,104)	-0,621*** (0,105)	-0,563*** (0,102)
Sexe :										
féminin	-0,144** (0,058)	-0,147** (0,058)	-0,163*** (0,059)	-0,167*** (0,059)	-0,182*** (0,060)	-0,163*** (0,059)	-0,181*** (0,060)	-0,176*** (0,059)	-0,181*** (0,060)	-0,171*** (0,059)
Ingénieur	0,050 (0,063)	0,066 (0,064)	0,088 (0,065)	0,084 (0,065)	0,109 (0,066)	0,093 (0,065)	0,112* (0,066)	0,107 (0,066)	0,112* (0,066)	0,095 (0,065)
Thèse fondamentale	0,323*** (0,058)	0,305*** (0,058)	0,339*** (0,058)	0,321*** (0,060)	0,352*** (0,060)	0,328*** (0,059)	0,344*** (0,061)	0,330*** (0,060)	0,343*** (0,060)	0,322*** (0,060)
Discipline :										
chimie	0,046 (0,074)	0,023 (0,075)	0,044 (0,074)	0,040 (0,076)	0,059 (0,075)	0,032 (0,075)	0,048 (0,076)	0,035 (0,076)	0,046 (0,075)	0,034 (0,076)
Sc.de la vie	0,137* (0,081)	0,128 (0,082)	0,134 (0,082)	0,118 (0,082)	0,122 (0,083)	0,129 (0,082)	0,120 (0,083)	0,118 (0,083)	0,120 (0,083)	0,118 (0,083)
Info.	0,206** (0,097)	0,201** (0,097)	0,152 (0,098)	0,236** (0,099)	0,189* (0,100)	0,155 (0,098)	0,189* (0,100)	0,203** (0,100)	0,190* (0,100)	0,222** (0,099)
Maths	0,180 (0,190)	0,192 (0,190)	0,216 (0,185)	0,214 (0,190)	0,238 (0,185)	0,218 (0,186)	0,239 (0,186)	0,234 (0,188)	0,239 (0,186)	0,223 (0,189)
Sc. de la terre	-0,101 (0,149)	-0,089 (0,151)	-0,117 (0,152)	-0,092 (0,154)	-0,118 (0,155)	-0,109 (0,152)	-0,111 (0,155)	-0,097 (0,155)	-0,109 (0,155)	-0,091 (0,154)
Labo : UMR	0,120* (0,073)	0,138* (0,074)	0,133* (0,073)	0,145* (0,074)	0,141* (0,074)	0,141* (0,074)	0,147** (0,074)	0,151** (0,074)	0,148** (0,074)	0,150** (0,074)
URA	-0,010 (0,090)	-0,012 (0,090)	-0,008 (0,091)	0,008 (0,091)	0,012 (0,091)	-0,009 (0,091)	0,010 (0,092)	0,007 (0,091)	0,010 (0,091)	0,007 (0,091)
Univer.	-0,042 (0,126)	-0,025 (0,126)	-0,010 (0,131)	-0,005 (0,126)	0,015 (0,131)	-0,005 (0,130)	0,015 (0,130)	0,008 (0,129)	0,014 (0,130)	0,000 (0,127)
CEA	0,116 (0,100)	0,147 (0,101)	0,140 (0,101)	0,143 (0,104)	0,137 (0,104)	0,153 (0,102)	0,145 (0,105)	0,153 (0,104)	0,147 (0,104)	0,150 (0,104)
INRA	0,220 (0,143)	0,230 (0,143)	0,265* (0,143)	0,251* (0,147)	0,287* (0,147)	0,266* (0,143)	0,283* (0,147)	0,270* (0,146)	0,282* (0,146)	0,257* (0,146)
INSERM	0,033 (0,131)	0,036 (0,131)	0,030 (0,132)	0,064 (0,132)	0,060 (0,132)	0,033 (0,132)	0,060 (0,132)	0,061 (0,132)	0,060 (0,132)	0,062 (0,132)
Bac C	0,049 (0,062)	0,044 (0,062)	0,031 (0,062)	0,043 (0,062)	0,030 (0,062)	0,031 (0,062)	0,029 (0,062)	0,033 (0,062)	0,030 (0,062)	0,038 (0,062)
Nombre de publications		0,021** (0,010)		0,018* (0,010)		0,011 (0,010)	0,009 (0,011)			
Nombre de conférences			0,036*** (0,011)		0,034*** (0,011)	0,032*** (0,011)	0,032*** (0,011)			
Moyenne publi et conférences							0,039*** (0,013)			
Publi (25%), conférences (75%)								0,041*** (0,012)		
Publi (75%), conférences (25%)									0,029** (0,012)	
Post-doc même labo				0,236** (0,101)	0,238** (0,102)		0,228** (0,102)	0,221** (0,101)	0,227** (0,102)	0,226** (0,101)
Autre post-doc				0,035 (0,060)	0,037 (0,059)		0,029 (0,061)	0,021 (0,060)	0,027 (0,060)	0,026 (0,061)
lnL	-227,8	-225,6	-221,9	-222,8	-219,2	-221,4	-218,8	-219,7	-218,8	-221,4
lnL0	-259,3	-259,4	-259,4	-259,4	-259,4	-259,4	-259,4	-259,4	-259,4	-259,4
chi2	63,1***	67,5***	74,9***	73,1***	80,4***	75,9***	81,1***	79,4***	81,8***	76***
Nb d'obs.	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384

Source : enquête Irédu 2001. Estimation ML de modèles probit univariés. Effets marginaux en %. * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

E. Quels effets disciplinaires ? Les déterminants de l'accès à la profession académique varient selon les disciplines

Au-delà de l'effet discipline sur le recrutement dans la sphère académique que nous avons mis en évidence, il se peut que les modalités de sélection et de recrutement des candidats varient d'une discipline à l'autre. C'est ce que nous cherchons à étudier ici en construisant des modèles probabilistes d'accès aux postes de MCF et de CR par discipline. La taille réduite de l'échantillon nous contraint, et à nous limiter à quatre grandes disciplines – sciences de la vie, chimie, physique et informatique⁴⁰³ – et à être prudent dans l'interprétation des résultats.

Pour chaque discipline j nous allons donc expliquer la probabilité d'être MCF ou CR à l'aide de l'estimation des modèles suivants :

$$y_{ij}^* = \beta_j' \mathbf{x}_{ij} + \varepsilon_{ij}, \quad \varepsilon_{ij} \sim N(0,1), \quad i = 1 \dots n_j, \quad j = 1 \dots 4$$

où y_{ij}^* est une variable latente inobservable. La variable dépendante y_{ij} , qui décrit la possession d'un emploi académique ou non dans la discipline j , est telle que :

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

$y_{ij} = 1$ si l'individu est effectivement MCF ou CR et $y_{ij} = 0$ sinon. \mathbf{x}_{ij} est le vecteur des variables explicatives spécifiques à chaque discipline et β_j le vecteur des paramètres à estimer.

Pour chaque discipline nous avons testé plusieurs modèles avec des variables explicatives différentes, la sélection des variables présentées ici s'étant opérée progressivement par des ré-estimations successives des modèles. Cependant, globalement, les variables suivantes sont présentes dans tous les modèles, mais selon des modalités différentes selon la discipline : le sexe, la série du baccalauréat, la possession ou non d'un diplôme d'ingénieur, l'orientation des recherches en thèse, la nature du financement en thèse, le

⁴⁰³ Nous excluons donc les docteurs en sciences de la terre et en mathématiques. Nous n'avons pas regroupé les mathématiques et l'informatique car les docteurs de ces deux disciplines ont des emplois assez différents les uns des autres, bien que, dans un marché du travail porteur pour les informaticiens, de nombreux docteurs en mathématiques, mais pas seulement d'ailleurs, peuvent se tourner vers de tels emplois en cas de difficultés d'accès aux emplois universitaires ou de la recherche publique. Cette difficulté est plus générale puisque l'homogénéité à l'intérieure de ces quatre disciplines peut également être mise en doute ; certains sujets de thèse en chimie et en physique sont par exemple très proches. Néanmoins, cette typologie doit être pensée comme une catégorisation permettant de déceler les comportements et les mécanismes de sélection par grande discipline, les variables explicatives introduites permettant d'appréhender ceux-ci.

laboratoire de rattachement, la localisation du post-doctorat⁴⁰⁴, le nombre de publications et de conférences effectuées en thèse.

La productivité de la recherche en thèse étant un élément important pour le recrutement dans la sphère académique⁴⁰⁵, nous présentons ici des modèles qui mettent l'accent sur cet aspect. Pour chaque discipline, nous présentons donc 7 modèles qui ont un ensemble de variables explicatives identiques et progressivement sélectionnés auxquelles on ajoute différentes variables de productivité en thèse selon le modèle considéré. Le modèle 1 ne prend en compte aucune variable de « productivité », entendue comme précédemment au sens de nombre de publications et de conférences. Le modèle 2 tient compte seulement du nombre de publications et le modèle 3 seulement du nombre de conférences. Dans le modèle 4 on introduit simultanément le nombre de publications et le nombre de conférences. Dans les modèles 5, 6 et 7 on pondère différemment nombre de publications et nombre de conférences en créant des variables de « productivité moyenne en thèse » comme précédemment ; les pondérations pour le nombre de publications⁴⁰⁶ sont respectivement dans chacun de ces trois modèles de 50%, 25% et 75%.

Commentons successivement les résultats pour les quatre disciplines étudiées.

*a) Les sciences de la vie*⁴⁰⁷

Pour les sciences de la vie (Tableau 100), nous observons un fort effet du sexe, contrairement aux autres disciplines où cette variable n'est pas significative, dans le sens où les femmes ont une plus faible probabilité d'accéder à un poste académique. Or, c'est dans cette discipline que la proportion de femmes est de loin la plus importante. Une partie de cet effet peut probablement être expliqué par la moindre mobilité internationale des femmes en post-doctorat dans une discipline où les commissions de spécialistes mettent fréquemment l'accent sur la nécessité d'avoir effectué un post-doctorat à l'étranger. On a d'ailleurs vu précédemment que la proportion des docteurs ayant effectué un post-doctorat à l'étranger, et

⁴⁰⁴ Ces variables n'ont pas pu être prises en compte pour les docteurs en informatique car la réalisation d'un post-doc est peu courante dans cette discipline et rendait l'estimation impossible.

⁴⁰⁵ Comme l'a montré la section « D. Quels effets « productivité » de la recherche en thèse sur l'accès à un poste académique ? » (page 281).

⁴⁰⁶ Les pondérations du nombre de conférences sont bien évidemment le complément à 100 des pondérations données.

⁴⁰⁷ La thèse de Stéphane Robin a spécifiquement étudié l'insertion des docteurs en sciences de la vie. Voir Robin (2002a, b).

en particulier aux Etats-Unis⁴⁰⁸, y est particulièrement importante. Il est donc possible que le fait qu'être une femme diminue fortement la probabilité d'avoir un poste académique en sciences de la vie puisse pour partie être attribué à la moindre mobilité internationale des femmes dans une discipline où c'est le plus souvent la norme, en dépit du fait que nous tenons compte de la localisation du post-doctorat, mais il est vrai de façon imparfaite, puisque nous n'isolons que trois modalités de la localisation (voir ci-après).

Le fait d'être passé par une école d'ingénieur avant le doctorat n'exerce pas d'effet sur la probabilité étudiée.

En revanche, l'orientation des recherches a un effet positif prononcé sur cette probabilité, les docteurs dont la thèse était plutôt à orientation fondamentale ayant une plus forte probabilité d'accéder à un poste de MCF ou de CR.

La nature du financement obtenu en thèse a également un effet sur la propension à intégrer l'université ou le CNRS. Les allocataires-moniteurs, les boursiers d'un grand organisme public et les docteurs qui ont été chargés de TP, TD ou de cours⁴⁰⁹ ont une plus forte probabilité d'être MCF ou CR par rapport aux docteurs ayant bénéficié d'autres financements en thèse.

Les docteurs qui ont effectué leur thèse dans un laboratoire de l'INRA semblent avoir une plus forte probabilité d'être MCF ou CR. Notons que la variable INSERM n'était pas significative alors que dans d'autres modèles la variable laboratoire universitaire exerçait parfois un léger effet positif.

Pour la localisation du post-doc, on distingue les post-docs effectués dans le même laboratoire que la thèse des autres post-docs, la référence étant donc représentée par les docteurs qui n'ont pas effectué de post-doc. On constate alors que la localisation du post-doctorat n'a pas d'effet significatif. Il s'agit bien ici, permettons-nous de le souligner compte tenu de la fréquence des post-doctorats en sciences de la vie, d'un manque total d'effet de la localisation du post-doctorat sur la probabilité d'accès à un poste académique, c'est-à-dire que la localisation du post-doctorat n'affecte ni dans un sens, ni dans l'autre, cette probabilité.

⁴⁰⁸ Pour les docteurs français, voir la répartition des lieux des post-doctorats dans le Tableau 60 (p. 193). Pour les Etats-Unis, nous avons donné dans le chapitre 1 la répartition par disciplines et par pays d'origine du nombre de post-doctorants dans la Figure 4 (p. 55).

Cette conclusion reste valable si on considère d'autres modalités de la localisation du post-doctorat, en séparant par exemple les post-docs réalisés en France de ceux effectués à l'étranger.

Enfin, les variables du nombre de publications et du nombre de conférences exercent un effet prononcé sur l'insertion des docteurs en sciences de la vie, avec respectivement des effets marginaux de 6,5% et de 7,7%. Et cet effet persiste même quand ces deux variables sont introduites simultanément (modèle 4). L'introduction des variables synthétiques moyennes du nombre de publications et du nombre de conférences dans les modèles 5, 6 et 7 confirme que la productivité en thèse est un élément qui paraît important en sciences de la vie pour l'accès aux postes de l'enseignement supérieur ou de la recherche publique. Ces variables demeurent en effet très significatives quelques soient les pondérations utilisées, avec un effet marginal de près de 10%.

⁴⁰⁹ Ces trois catégories ne sont pas significativement différentes les unes des autres compte tenu des erreurs-types.

Tableau 100. Sciences de la vie : probabilité d'être MCF ou CR (effets marginaux).

	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4	Modèle 5	Modèle 6	Modèle 7
Constante	-0,496*** (0,183)	-0,801*** (0,217)	-0,949*** (0,257)	-1,088*** (0,265)	-1,074*** (0,260)	-1,069*** (0,269)	-0,951*** (0,238)
Sexe : féminin	-0,480*** (0,129)	-0,528*** (0,134)	-0,531*** (0,136)	-0,557*** (0,137)	-0,555*** (0,136)	-0,552*** (0,137)	-0,544*** (0,135)
Ingénieur	-0,152 (0,188)	-0,209 (0,197)	-0,122 (0,192)	-0,173 (0,197)	-0,182 (0,196)	-0,148 (0,194)	-0,204 (0,197)
Thèse fondamentale	0,479*** (0,139)	0,534*** (0,146)	0,597*** (0,160)	0,619*** (0,162)	0,612*** (0,160)	0,624*** (0,164)	0,571*** (0,152)
Financement :							
allocataire-moniteur	0,387** (0,169)	0,316* (0,173)	0,412** (0,168)	0,359** (0,171)	0,348** (0,169)	0,386** (0,168)	0,322* (0,171)
Bourse d'un autre	0,335* (0,200)	0,425** (0,208)	0,384* (0,210)	0,435** (0,212)	0,439** (0,212)	0,417** (0,212)	0,440** (0,210)
organisme public	0,383** (0,181)	0,428** (0,182)	0,466** (0,189)	0,466** (0,187)	0,463** (0,186)	0,471** (0,189)	0,447** (0,183)
Chargé de cours, TD,							
TP							
Labo : URA	0,136 (0,171)	0,173 (0,184)	0,110 (0,176)	0,129 (0,185)	0,136 (0,185)	0,116 (0,181)	0,161 (0,185)
Universitaire	0,218 (0,269)	0,446 (0,295)	0,334 (0,303)	0,493 (0,320)	0,504 (0,317)	0,436 (0,315)	0,496 (0,307)
INSERM	0,157 (0,157)	0,166 (0,163)	0,158 (0,164)	0,175 (0,167)	0,175 (0,167)	0,168 (0,166)	0,172 (0,165)
INRA	0,430* (0,226)	0,471** (0,228)	0,581** (0,244)	0,589** (0,243)	0,578** (0,239)	0,602** (0,245)	0,520** (0,233)
Bac C	0,107 (0,131)	0,164 (0,138)	0,073 (0,138)	0,126 (0,143)	0,135 (0,141)	0,099 (0,140)	0,159 (0,140)
Post-doc : même labo	0,167 (0,237)	0,117 (0,245)	0,178 (0,253)	0,131 (0,256)	0,125 (0,254)	0,153 (0,256)	0,114 (0,250)
Autre post-doc	0,116 (0,133)	0,082 (0,135)	0,209 (0,142)	0,169 (0,143)	0,156 (0,138)	0,196 (0,141)	0,110 (0,136)
Nombre de publications en thèse		0,065*** (0,023)		0,047** (0,024)			
Nombre de conférences en thèse			0,077*** (0,025)	0,062** (0,026)			
Nombre moyen de conférences et publi					0,108*** (0,030)		
Publi 25%, conférences						0,102*** (0,030)	
75%							0,091*** (0,027)
Publi 75%, conférences							
25%							
ln L	-55.1	-51.0	-50.0	-48.0	-48.1	-48.5	-49.3
ln L0	-78.0	-78.0	-78.0	-78.0	-78.0	-78.0	-78.0
chi2	45.7***	53.9***	55.9***	59.9***	59.7***	58.9***	57.3***
Nombre d'obs.	113	113	113	113	113	113	113

Source : enquête Irédu 2001. Estimation ML de modèles probit de la probabilité d'être MCF ou CR (effets marginaux). * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

b) La chimie

Pour les chimistes, les modèles sont moins satisfaisants que ceux qui ont été estimés sur la population des biologistes, même s'ils demeurent globalement significatifs (Tableau 101).

Le sexe n'exerce ici plus d'effet significatif sur la probabilité d'accéder aux fonctions de MCF et de CR, pas plus que le titre d'ingénieur. En revanche, l'orientation de la thèse exerce toujours le même effet, les docteurs dont la thèse était plutôt fondamentale ont une

plus forte probabilité d'accéder à un emploi de chercheur public ou d'enseignant-chercheur que les docteurs dont la thèse était plutôt appliquée.

Les variables de financement n'exercent ici pas d'effets significatifs. Différentes combinaisons ont été introduites dans les modèles sans que les résultats ne soient jamais significatifs.

Le laboratoire de rattachement exerce en revanche ici un effet. Les docteurs issus d'une UMR mais surtout ceux issus du CEA ont une plus forte probabilité d'être employé à l'université ou au CNRS comme maîtres de conférences ou comme chargés de recherche.

La localisation du post-doc exercerait un léger effet, les post-doctorants restés en France verraient ainsi leur probabilité d'être MCF ou CR accrue. Il s'agit bien ici des modalités « post-doctorat en France », que le post-doc ait été effectué dans le laboratoire de thèse ou dans un autre laboratoire, et « post-doctorat à l'étranger », c'est-à-dire aux USA ou dans un autre pays. La prise en compte de la modalité « post-doctorat dans le même laboratoire que la thèse » posait des problèmes d'estimations. Il semble que les docteurs en chimie restés dans leur laboratoire de thèse aient une probabilité bien plus forte d'intégrer la sphère académique que les autres individus ayant effectué un autre type de post-doctorat. Le sens du post-doctorat est dans ce cas bien différent en chimie de ce qu'il est en sciences de la vie puisque c'est ici un emploi d'attente, réalisé ou non dans son laboratoire de thèse mais en tous les cas en France, dans l'hypothétique obtention d'un poste académique titulaire.

Le nombre de publications et le nombre de conférences n'exercent aucun effet sur la probabilité étudiée, que ces variables soient introduites séparément, simultanément ou par combinaisons linéaires.

Notons enfin que la qualité d'estimation des modèles est plus faible que pour les modèles estimés sur les autres disciplines.

Tableau 101. Chimie : probabilité d'être MCF ou CR (effets marginaux).

	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4	Modèle 5	Modèle 6	Modèle 7
Constante	-0,754*** (0,241)	-0,818*** (0,255)	-0,803*** (0,248)	-0,832*** (0,256)	-0,831*** (0,255)	-0,821*** (0,252)	-0,828*** (0,256)
Sexe : féminin	-0,019 (0,143)	-0,004 (0,145)	-0,041 (0,146)	-0,022 (0,150)	-0,025 (0,144)	-0,036 (0,145)	-0,013 (0,144)
Ingénieur	-0,099 (0,149)	-0,064 (0,152)	-0,072 (0,151)	-0,057 (0,153)	-0,057 (0,153)	-0,063 (0,152)	-0,058 (0,153)
Thèse plutôt fondamentale	0,358*** (0,129)	0,348*** (0,129)	0,388*** (0,134)	0,369*** (0,137)	0,372*** (0,130)	0,383*** (0,132)	0,358*** (0,129)
Financement : allocataire moniteur	-0,102 (0,181)	-0,115 (0,181)	-0,117 (0,182)	-0,120 (0,182)	-0,120 (0,182)	-0,119 (0,182)	-0,118 (0,181)
Chargé de cours, TD, TP	-0,086 (0,160)	-0,101 (0,161)	-0,118 (0,165)	-0,117 (0,165)	-0,118 (0,164)	-0,121 (0,165)	-0,110 (0,162)
Labo : UMR	0,457** (0,228)	0,455* (0,235)	0,420* (0,233)	0,433* (0,238)	0,430* (0,235)	0,422* (0,234)	0,443* (0,235)
URA	0,407 (0,262)	0,407 (0,267)	0,381 (0,265)	0,391 (0,269)	0,389 (0,267)	0,382 (0,266)	0,399 (0,267)
CEA	0,674** (0,276)	0,678** (0,280)	0,654** (0,278)	0,665** (0,281)	0,663** (0,280)	0,656** (0,279)	0,671** (0,280)
Bac C	0,089 (0,144)	0,065 (0,145)	0,078 (0,144)	0,065 (0,145)	0,065 (0,144)	0,071 (0,144)	0,063 (0,145)
Post-doc : en France	0,380* (0,217)	0,348 (0,217)	0,362* (0,219)	0,345 (0,218)	0,346 (0,218)	0,353 (0,219)	0,345 (0,217)
à l'étranger	0,142 (0,131)	0,071 (0,150)	0,128 (0,132)	0,080 (0,152)	0,084 (0,142)	0,106 (0,136)	0,072 (0,147)
Nombre de publications en thèse		0,022 (0,023)		0,016 (0,025)			
Nombre de conférences en thèse			0,021 (0,025)	0,013 (0,028)			
Nombre moyen de conférences et publi					0,059 (0,055)		
Publi 25%, conférences 75%						0,054 (0,055)	
Publi 75%, conférences 25%							0,053 (0,051)
ln L	-46.9	-46.5	-46.6	-46.3	-46.3	-46.4	-46.4
ln L0	-57.7	-57.7	-57.7	-57.7	-57.7	-57.7	-57.7
chi2	21.7**	22.6**	22.4**	22.8**	22.8**	22.7**	22.7**
Nombre d'obs.	87	87	87	87	87	87	87

Source : enquête Irédu 2001. Estimation ML de modèles probit de la probabilité d'être MCF ou CR (effets marginaux). * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

c) La physique

Pour les docteurs en physique, on observe que les docteurs-ingénieurs ont une plus forte probabilité d'intégrer l'université ou le CNRS en tant qu'enseignants-chercheurs ou chercheurs. C'est la seule discipline où le diplôme d'ingénieur a un effet significatif.

Une autre spécificité des physiciens – par rapport aux biologistes et aux chimistes⁴¹⁰ – est la non significativité de l'orientation des recherches menées en thèse.

⁴¹⁰ Pour les informaticiens, cette variable n'a pas pu être conservée dans les modèles. Elle posait en effet des problèmes d'estimation ce qui n'est pas surprenant compte tenu de l'activité de recherche spécifique des informaticiens.

Le type de financement obtenu en thèse n'exerce pas d'effet, pas plus que la nature du laboratoire de rattachement en thèse.

Les docteurs qui sont restés dans leur laboratoire de thèse pour effectuer un post-doctorat ont en revanche une plus forte probabilité d'être recruté dans le secteur académique. La conclusion est donc identique à ce qu'elle était pour les chimistes : le post-doctorat a le statut d'emploi d'attente le plus souvent entrepris dans le laboratoire de thèse dans l'objectif d'obtenir un poste académique.

Enfin, seul le nombre de conférences semble exercer un effet sur l'insertion pour les physiciens, le nombre de publications introduit seul (modèle 2) ou avec le nombre de conférences (modèle 4) n'étant pas significatif. Les trois derniers modèles (5, 6 et 7) confirment ce rôle apparemment prééminent du nombre de conférences en thèse et ce rôle mineur du nombre de publications puisque la variable moyenne du nombre de conférences et de publications qui applique une pondération de 75% aux publications n'est pas significative (modèle 7), alors, qu'à l'inverse, la variable qui pondère les publications à 25% et donc les conférences à 75% est très significative avec un effet marginal de près de 14%.

Tableau 102. Physique : probabilité d'être MCF ou CR (effets marginaux).

	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4	Modèle 5	Modèle 6	Modèle 7
Constant	-0,447*** (0,164)	-0,448*** (0,164)	-0,630*** (0,181)	-0,637*** (0,181)	-0,504*** (0,167)	-0,587*** (0,175)	-0,453*** (0,164)
Sexe : féminin	0,118 (0,103)	0,123 (0,104)	0,029 (0,106)	0,034 (0,107)	0,069 (0,105)	0,035 (0,106)	0,107 (0,104)
Ingénieur	0,242** (0,102)	0,242** (0,102)	0,308*** (0,109)	0,311*** (0,110)	0,263** (0,104)	0,293*** (0,108)	0,244** (0,102)
Thèse fondamentale	0,163 (0,113)	0,183 (0,122)	0,132 (0,118)	0,162 (0,127)	0,086 (0,124)	0,091 (0,120)	0,137 (0,124)
Financement : allocataire-moniteur	0,138 (0,123)	0,150 (0,126)	0,019 (0,129)	0,036 (0,131)	0,057 (0,133)	0,015 (0,133)	0,118 (0,130)
Labo : UMR	0,151 (0,116)	0,149 (0,115)	0,164 (0,116)	0,163 (0,115)	0,160 (0,116)	0,163 (0,116)	0,154 (0,116)
URA	-0,210 (0,182)	-0,193 (0,184)	-0,190 (0,185)	-0,159 (0,188)	-0,267 (0,193)	-0,242 (0,190)	-0,231 (0,189)
Universitaire	-0,168 (0,193)	-0,156 (0,194)	-0,093 (0,205)	-0,067 (0,208)	-0,182 (0,199)	-0,141 (0,204)	-0,179 (0,195)
CEA	0,010 (0,156)	0,008 (0,156)	0,039 (0,156)	0,040 (0,155)	0,024 (0,156)	0,034 (0,156)	0,015 (0,156)
Bac C	-0,116 (0,103)	-0,105 (0,106)	-0,131 (0,105)	-0,117 (0,107)	-0,155 (0,106)	-0,149 (0,105)	-0,130 (0,107)
Post-doc : même labo	0,484*** (0,149)	0,503*** (0,157)	0,428*** (0,149)	0,459*** (0,159)	0,397** (0,155)	0,390*** (0,151)	0,458*** (0,157)
Autre post-doc	0,106 (0,103)	0,116 (0,105)	0,000 (0,108)	0,017 (0,111)	0,027 (0,113)	-0,009 (0,112)	0,087 (0,109)
Nombre de publications en thèse		-0,008 (0,020)		-0,013 (0,021)			
Nombre de conférences en thèse			0,064*** (0,021)	0,065*** (0,021)			
Nombre moyen de conférences et publi					0,099* (0,056)		
Publi 25%, conférences 75%						0,141*** (0,053)	
Publi 75%, conférences 25%							0,026 (0,049)
ln L	-63.0	-62.9	-58.3	-58.1	-61.5	-59.3	-62.9
ln L0	-77.3	-77.3	-77.3	-77.3	-77.3	-77.3	77.3
chi2	28.5***	28.7***	38.0***	30.4***	31.7***	36.0***	28.8***
Nombre d'obs.	129	129	129	129	129	129	129

Source : enquête Irédu 2001. Estimation ML de modèles probit de la probabilité d'être MCF ou CR (effets marginaux). * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

d) L'informatique

La dernière discipline étudiée, l'informatique, montre que les allocataires-moniteurs, et dans une moindre mesure, les docteurs qui ont été chargés de cours, de TD ou de TP⁴¹¹ ont une plus forte probabilité d'être recruté comme MCF ou comme chargés de recherche (Tableau 103).

Le type de laboratoire de thèse n'a pas d'effet significatif sur la probabilité en question.

⁴¹¹ Cette variable est uniquement légèrement significative dans les modèles 2 et 7.

En revanche, les titulaires d'un bac C auraient une probabilité plus élevée d'intégrer la sphère académique, même si cette variable n'est que rarement et peu significative. C'est la seule discipline où la série du baccalauréat exerce un effet.

L'activité de recherche en thèse, ici appréhendée par le nombre de participation à des conférences et le nombre de publications, n'exerce pas d'effet pour les informaticiens, que ces variables soient introduites séparément, en groupe ou de façon synthétique par une variable moyenne.

Même si les modèles présentés sont globalement significatifs, il n'en demeure pas moins que peu de variables ont pu être introduites pour expliquer l'accès aux postes de MCF et de CR. Nous n'avons notamment pu introduire, comme nous l'avons énoncé précédemment, ni la localisation du post-doctorat, ni l'orientation des recherches en thèse, deux variables qui posaient des problèmes d'estimation. Ce n'est probablement pas seulement le nombre réduit d'individus que nous possédons dans la base de données qui est en cause, mais plus sûrement la nature spécifique de l'activité de recherche et de l'insertion dans cette discipline, où les débouchés dans le secteur privé constituent une proportion importante des emplois des docteurs en informatique quand la conjoncture est favorable. La cyclicité du marché du travail des informaticiens rend donc délicate l'explication de l'accès aux fonctions académiques puisque ces emplois peuvent apparaître comme des emplois « faute de mieux » dans une conjoncture porteuse où les salaires offerts aux informaticiens sont particulièrement élevés.⁴¹²

⁴¹² On montre, dans le chapitre 4, que seuls les docteurs en informatique conservent un avantage salarial dans les modèles d'équations de salaire les plus complets (voir section « B. Les estimation des équations de salaire », p. 505 et suivantes).

Tableau 103. Informatique : probabilité d'être MCF ou CR (effets marginaux).

	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4	Modèle 5	Modèle 6	Modèle 7
Constante	-1,278*** (0,448)	-1,624*** (0,583)	-1,117* (0,572)	-1,299** (0,608)	-1,477** (0,654)	-1,272** (0,616)	-1,612** (0,637)
Sexe : féminin	-0,166 (0,311)	-0,138 (0,316)	-0,166 (0,309)	-0,134 (0,309)	-0,156 (0,314)	-0,166 (0,311)	-0,144 (0,316)
Ingénieur	0,495 (0,351)	0,528 (0,384)	0,438 (0,366)	0,389 (0,391)	0,545 (0,383)	0,494 (0,374)	0,555 (0,385)
Financement : allocataire-moniteur	1,124*** (0,327)	1,185*** (0,375)	1,092*** (0,328)	1,126*** (0,372)	1,168*** (0,359)	1,123*** (0,339)	1,192*** (0,371)
Chargé de cours, TD, TP	0,651 (0,430)	0,800* (0,475)	0,608 (0,441)	0,774 (0,492)	0,721 (0,464)	0,649 (0,450)	0,780* (0,472)
Labo : UMR	-0,008 (0,254)	0,019 (0,275)	-0,017 (0,256)	-0,024 (0,286)	0,008 (0,262)	-0,009 (0,255)	0,021 (0,270)
Universitaire	-0,235 (0,358)	-0,298 (0,348)	-0,212 (0,357)	-0,249 (0,333)	-0,263 (0,362)	-0,234 (0,363)	-0,289 (0,355)
Bac C	0,531 (0,348)	0,686* (0,378)	0,498 (0,354)	0,639* (0,361)	0,591 (0,374)	0,530 (0,364)	0,655* (0,382)
Nombre de publications en thèse		0,045 (0,043)		0,058 (0,042)			
Nombre de conférences en thèse			-0,020 (0,047)	-0,055 (0,059)			
Nombre moyen de conférences et publi					0,048 (0,110)		
Publi 25%, conférences 75%						-0,001 (0,102)	
Publi 75%, conférences 25%							0,083 (0,104)
ln L	-12.7	-12.2	-12.7	-11.7	-12.6	-12.7	-12.4
ln L0	-26.1	-26.1	-26.1	-26.1	-26.1	-26.1	-26.1
chi2	26.8***	27.9***	27.0***	28.8***	27.0***	26.8***	27.5***
Nombre d'obs.	38	38	38	38	38	38	38

Source : enquête Irédu 2001. Estimation ML de modèles probit de la probabilité d'être MCF ou CR (effets marginaux). * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

Pour résumer la nature différenciée de l'insertion selon la discipline du doctorat, on peut rappeler deux éléments qui nous semblent importants.

D'une part, si le fait d'avoir effectué un post-doc dans son laboratoire de thèse accroît globalement la probabilité d'être MCF ou CR, cet effet n'est pas généralisable à l'ensemble des disciplines puisque la localisation du post-doctorat n'exerce un effet que pour les chimistes et les physiciens et n'a en revanche pas d'effet pour les biologistes, les informaticiens étant dans un cas un peu particulier puisque le post-doctorat n'est pas courant dans cette discipline et que son effet ne peut donc pas être mesuré. En sciences de la vie, contrairement à ce qui était attendu compte tenu de la fréquence et de l'importance (supposée) des post-doctorats, et principalement des post-doctorats effectués à l'étranger, il semble donc que la localisation du post-doctorat n'exerce aucun effet, ni positif, ni négatif, sur la probabilité d'accès à un emploi académique et que cette probabilité est donc expliquée par d'autres variables, semble-t-il, plus essentielles telles que les variables de productivité.

Rappelons également qu'en sciences de la vie les femmes ont une probabilité bien plus faible que les hommes d'intégrer l'université ou le CNRS. Cela peut pour partie être attribué à la moindre mobilité internationale des femmes dans une discipline où c'est le plus souvent la norme.

D'autre part, il semble que l'activité de recherche en thèse a un impact important pour les biologistes, les publications exerçant un effet particulièrement prononcé sur la probabilité d'être recruté à l'université ou au CNRS. En revanche, ces variables n'ont que peu – pour les physiciens, seule la variable nombre de conférences est significative – ou pas – pour les chimistes et les informaticiens, aucune de ces variables n'est significative – d'impact sur l'insertion. Enfin, les autres variables – orientation des recherches, financements obtenus en thèse, laboratoires de rattachement... – ont des effets qui semblent relativement spécifiques à chaque discipline.

Conclusion

Ce chapitre nous a permis de préciser les modalités de carrières des jeunes scientifiques, carrières qui se déroulent aujourd'hui le plus souvent classiquement en trois étapes. A la période de thèse succède une période post-doctorale plus ou moins longue qui précède elle-même l'accès à des emplois « post »-post-doctoraux.

Le contexte récent de désaffection pour les études doctorales nous a tout d'abord amené à nous interroger sur la formation doctorale et post-doctorale en France. La formation doctorale y est relativement homogène en sciences exactes, tout au moins si on la mesure à l'aide de deux variables synthétiques, en termes de durée et de taux d'abandon. Nous avons isolé quelques grands déterminants de la durée des thèses et de la probabilité d'abandon en thèse à l'aide de nombreuses modélisations « toutes choses égales par ailleurs ». Rappelons simplement ici deux des conclusions auxquelles nous sommes parvenus. D'une part, il persiste des différences disciplinaires dans la durée et le taux d'abandon en thèse même une fois pris en compte de très nombreuses autres variables. Il existe donc une assez grande hétérogénéité des différentes disciplines, les doctorants de chacune d'elle ayant en revanche des comportements relativement spécifiques et homogènes. Il est donc délicat de mesurer l'impact éventuel de mesures de politiques visant par exemple à accroître le nombre

d'allocations de recherche, d'autant plus que les conditions du marché du travail jouent un rôle important dans la décision d'abandonner la thèse comme l'a montré le cas de l'informatique. D'autre part, les perspectives de carrières jouent également un rôle important, notamment sur la durée des thèses. On voit donc bien que facteurs individuels, socialisation disciplinaire, perspectives de carrières et d'emploi interviennent de façon complexe au niveau de la durée et du taux d'abandon en thèse.

La formation post-doctorale joue dorénavant un rôle important dans la dynamique d'insertion des chercheurs, notamment en sciences de la vie. Nous avons tout d'abord cherché à fournir une définition des emplois post-doctoraux dans la perspective de les distinguer des emplois du secteur « intermédiaire » du marché du travail scientifique. Nous les avons définis, pour dire vite, comme des situations qui se doivent d'être temporaires et qui doivent permettre l'apprentissage du métier de chercheur. Nous avons ensuite présenté le contexte et l'étendue de la formation post-doctorale pour les docteurs français. Nous avons en particulier montré que les docteurs français ont une mobilité internationale en post-doctorat qui est importante, en particulier vers les Etats-Unis – ce qui confirme le rôle attractif, analysé dans le chapitre premier, joué par ce pays pour la main-d'œuvre scientifique de haut niveau – et particulièrement pour les docteurs en sciences de la vie. L'analyse des déterminants de la mobilité internationale en post-doc a montré que de nombreux facteurs interviennent, au-delà de l'effet disciplinaire, parmi lesquels nous pouvons citer l'orientation des recherches en thèse et les perspectives de carrières en début de thèse. Cela confirme le rôle du post-doc comme « passage obligé » pour l'accès à la profession académique, notamment en sciences de la vie. Nous avons également montré que les femmes sont clairement moins mobiles internationalement.

L'insertion « post »-post-doctorale des docteurs sur le marché du travail est un processus complexe où interviennent de nombreuses variables tant individuelles qu'institutionnelles. Une typologie des emplois des docteurs en quatre catégories a été construite qui isole les enseignants-chercheurs à l'université et les chercheurs des grands organismes de recherche publique, les chercheurs et ingénieurs de recherche du secteur privé, les chercheurs du secteur intermédiaire et les autres emplois. Les chercheurs du secteur intermédiaire se distinguent des post-doctorats au sens strict par la nature de l'employeur qui est moins fréquemment une université ou un grand organisme de recherche publique, par la durée d'accession à l'emploi qui n'est pas immédiate après la thèse, par la localisation de l'emploi qui se situe moins fréquemment à l'étranger et par l'autonomie plus grande dans le

travail de recherche dont jouissent probablement ces individus. Les emplois du secteur intermédiaire se rapprochent cependant des post-doctorats par la nature du contrat de travail à durée déterminée et par le statut de chercheur « non titulaire ».

A l'aide de cette typologie, nous avons mis en évidence quatre phénomènes principaux expliquant l'insertion post-post-doctorale, sans que ceux-ci ne soient systématiquement et complètement indépendants les uns des autres.

D'une part, il existe des effets capital humain qui transitent par un certain nombre de variables dont nous avons vu qu'elles jouent sur l'insertion. Le cursus scolaire et universitaire, appréhendé par des variables telles que la filière du baccalauréat et la possession d'un diplôme d'ingénieur, exerce un certain effet sur l'insertion des docteurs. La nature du ou des financements obtenus en thèse a également des effets prononcés sur l'insertion, sans que ceux-ci puissent être complètement isolés d'un effet signal.

Nous avons ainsi pu mettre en évidence des effets de signal ou des effets réseaux sur le marché du travail académique. L'effet positif du monitorat d'initiation à l'enseignement supérieur sur la probabilité d'avoir un poste académique traduirait ainsi pour partie un effet réseau. De même, l'effet positif du post-doctorat réalisé en France dans le même laboratoire que la thèse sur cette même probabilité pourrait être interprété comme de la même manière.

D'autre part, il existe des effets productivité sur le marché du travail académique. Ces effets, que nous avons mesuré par les variables du nombre de publications et du nombre de participation à des conférences en thèse ou par des variables synthétiques tentant d'appréhender une mesure globale moyenne de la « productivité » en thèse, ne peuvent néanmoins être généralisés à l'ensemble des disciplines puisqu'ils semblent exercer des effets différents d'une discipline à l'autre.

Enfin, des effets institutionnels transitent notamment par le type du laboratoire de rattachement et par des effets disciplinaires spécifiques. Il existe des effets inter et intra-disciplines qui jouent sur l'insertion des docteurs. Les effets inter-disciplines se manifestent dans la diversité des probabilités de chômage ou d'inactivité et d'accès à tel ou tel secteur d'emploi, ces probabilités étant elles-mêmes à relier aux perspectives d'emploi au niveau macro que nous avons étudiées dans le chapitre 1. Les effets intra-disciplines interviennent sur le marché académique et illustrent la diversité des mécanismes de sélection et des modalités de recrutement des chercheurs du secteur public et des enseignants-chercheurs à

l'université. En ce sens, on pourrait parler de l'existence de marchés du travail académiques relativement cloisonnés qui, en dépit des modalités nationales de recrutement, se comportent de façon relativement différenciée d'une discipline à l'autre.

Mais cette analyse « standard » du marché du travail scientifique doit être complétée par une étude plus approfondie du rôle qu'il joue dans le système national d'innovation. La proportion d'emplois post-doctoraux particulièrement importante dans certaines disciplines et la mise en évidence de l'existence d'emplois scientifiques « intermédiaires » sont en effet source d'interrogations quant aux liens entre marché du travail scientifique et système d'innovation. Ce secteur intermédiaire dont nous n'avons pu isoler pour l'instant que quelques caractéristiques – ce sont des emplois à durée déterminée, des emplois d'attente, féminisés, et les compétences acquises par les détenteurs de ces emplois ne semblent pas toujours être valorisables sur le marché académique –, qui ne le distingue d'ailleurs que peu du marché post-doctoral, doit tout particulièrement être étudié plus en détail pour comprendre ses spécificités et le rôle qu'il joue, et dans le système national d'innovation, et au niveau individuel par son influence sur les modalités et conditions d'emploi des jeunes scientifiques.

C'est ce à quoi s'attache la seconde partie de cette thèse.

Les évolutions du système d'innovation et le marché du travail des jeunes scientifiques

Résumé

En France, comme dans de nombreux autres pays de l'OCDE, la forte augmentation du nombre de diplômés scientifiques de niveau doctoral du milieu des années 80 au milieu des années 90, puis la progressive désaffection pour les études doctorales qui s'en est suivie, se sont combinées à une internationalisation accrue et à des transformations importantes des processus d'innovation. Notre hypothèse est qu'on assiste à l'émergence d'un marché du travail scientifique intermédiaire, à l'intersection du secteur académique et du secteur de la R&D privée, qui permet de répondre à ces évolutions. Une analyse détaillée, essentiellement à la lumière de l'économie du travail, des processus de production des scientifiques et des transformations récentes des carrières des jeunes scientifiques est tout d'abord entreprise. Puis, davantage dans la perspective de l'économie d'innovation, les caractéristiques de l'emploi et de l'activité de R&D des jeunes chercheurs sont étudiées en fonction de leur appartenance à une des trois communautés scientifiques isolées (enseignants-chercheurs et chercheurs du secteur académique, chercheurs du secteur privé, chercheurs du secteur intermédiaire).

Mots-clés : marché du travail scientifique, innovation, secteur académique, chercheurs, doctorat.

Codes JEL : J44, O32, F22, C25.

The evolutions of the system of innovation and the labour market of young scientists

Abstract

In France, as in many other OECD countries, a sharp increase in the number of Ph.D. graduates in S&E fields from the mid-1980s to the mid-1990s was followed by a decrease in the enrolments in Ph.D. studies. Important transformations in the innovation processes were also observed on the same period. Our hypothesis is that we assist to the emergence of an intermediate scientific labour market between the traditional academic sector and the private research sector. A detailed analysis of the production processes of scientists and of the scientific careers of young scientists is first carried out in the perspective of labour economics. Then, in the perspective of the economics of innovation and technical change, the characteristics of young researchers' jobs and R&D activities are studied. We try to isolate three scientific communities: academics and researchers in the public sector of research, researchers in the private sector and researchers in the intermediate research sector.

Keywords : scientific labour market, innovation, academic sector, researchers, Ph.D.

JEL codes : J44, O32, F22, C25.



UNIVERSITE DE BOURGOGNE
UFR de Sciences économiques et de Gestion
IREDU (UMR CNRS 5192)



THESE

présentée par

Philippe MOGUEROU

pour l'obtention du grade de Docteur en Sciences économiques

LES EVOLUTIONS DU SYSTEME D'INNOVATION ET LE MARCHE DU TRAVAIL DES JEUNES SCIENTIFIQUES

VOLUME II

Directeur de thèse : Monsieur le Professeur **Jean-Jacques PAUL**

Soutenue publiquement le 7 octobre 2004

Jury :

M. Jean BOURDON, Professeur, IREDU, Université de Bourgogne.
M. Dominique FORAY, Professeur, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (rapporteur).
M. Jean-Alain HERAUD, Professeur, BETA, Université Louis Pasteur, Strasbourg I
(rapporteur).
M. Jean-Jacques PAUL, Professeur, IREDU, Université de Bourgogne.
M. Eric VERDIER, Professeur, LEST, Université d'Aix-Marseille II.

Chapitre 3

Perspectives théoriques et empiriques des transformations récentes des systèmes d'innovation

L'entrée relativement longue et délicate des docteurs sur le marché du travail s'inscrit dans un contexte institutionnel plus global. En effet, la faible mobilité des chercheurs français est une caractéristique structurelle du système d'innovation français. La mobilité des chercheurs académiques (CNRS et universités) est en effet particulièrement faible. Cette faible mobilité pose question quant à l'efficacité de la diffusion des innovations dans le système économique, même si l'existence d'un marché du travail scientifique intermédiaire est susceptible de faciliter cette diffusion. Si l'innovation est un processus social nécessitant des interactions sociales, la diffusion de l'innovation est également un processus social essentiel à la croissance et au développement économique. La faible valorisation technologique des innovations dans le système français n'est probablement pas sans lien avec la faible mobilité des chercheurs.

Dans les économies modernes où les processus d'innovation sont particulièrement complexes, une question essentielle est de savoir si l'allocation des compétences est optimale pour la croissance économique. Schumpeter (1943, 1947 et 1949) soulevait déjà, à sa manière, cette question en posant la distinction entre inventeurs – qui produisent les idées – et entrepreneurs – qui les mettent en œuvre :

« It is particularly important to distinguish the entrepreneur from the 'inventor'. [...] The inventor produces ideas, the entrepreneur 'gets things done', which may but need not embody anything that is scientifically new. [...] Finally, 'Getting new things done' is not only a distinct process but it is a process which produces consequences that are an essential part of capitalist reality » (Schumpeter, 1947, p.152).

Il soulignait également qu'une idée ou un principe scientifique n'a pas, en soi, d'importance économique ; au contraire, pour que la connaissance scientifique ait un impact économique il est indispensable qu'elle soit diffusée.

« Moreover, an idea or scientific principle is not, by itself, of any importance for economic practice. The fact that Greek science had probably produced all that is necessary in order to construct a steam engine did not help the Greeks or Romans to build a steam engine; the fact that Leibniz suggested the idea of the Suez Canal exerted no influence whatever on economic history for two hundred years. » (Schumpeter, 1947, p.152).

De façon anachronique, on pourrait dire qu'une économie en croissance nécessite donc, et des chercheurs qui développent des innovations, et des entrepreneurs qui les mettent en œuvre. Des modèles récents de croissance endogène reprennent l'idée d'un arbitrage de l'allocation des ressources entre recherche et « entrepreneuriat » comme déterminant de la croissance économique (Michelacci 2002).

L'histoire de l'innovation a souligné à maintes reprises l'efficacité des partenariats entre inventeur et entrepreneurs.⁴¹³ Plus généralement, Smith (2001) rappelle qu'historiquement, la mobilité de la main-d'œuvre qualifiée a constitué une condition nécessaire au développement économique. Mokyr (1990) fait d'ailleurs de la présence d'ouvriers et de techniciens qualifiés la raison principale pour laquelle la Révolution Industrielle a initialement concerné la Grande Bretagne après 1750.⁴¹⁴ Aux Etats-Unis à la fin du XVIII^e siècle le démarrage industriel a par contre été difficile par manque de main-d'œuvre qualifiée. Plus récemment, l'émergence des régions de haute technologie a été facilitée par la migration des chercheurs académiques vers le secteur privé high-tech, notamment dans le secteur des biotechnologies (Zucker, Darby, Brewer 1994, Zucker, Darby, Torero 1997).

Quelques fondateurs de l'économie de la science⁴¹⁵ ont commencé à s'intéresser aux effets de la recherche fondamentale sur l'économie dans son ensemble par des questions touchant aux besoins de l'économie en main-d'œuvre scientifique. Blank et Stigler (1957) et Arrow et Capron (1959), qui écrivent au moment des débuts de la conquête de l'espace et de la course aux armements de la guerre froide, ont étudié les questions relatives à l'insuffisance de scientifiques et d'ingénieurs, thèmes ensuite repris et analysés à la lumière des théories du

⁴¹³ C'est le cas de Mokyr (1990) qui montre par exemple que le partenariat – qui dura onze années – entre James Watt, l'inventeur, et Matthew Boulton, un homme d'affaires de Birmingham, a été essentiel dans le succès de la vente des machines à vapeur inventées par Watt. Mais, comme le note par exemple Scherer (1984 p.24), et bien que son argument soit nuancé par Mokyr (1990), Boulton n'a probablement pris la décision d'investir dans le projet de Watt qu'après qu'il a eu la certitude d'être protégé par la loi sur les brevets.

⁴¹⁴ Cet argument avait déjà été avancé par Marshall (1919, p. 62-63), livre dans lequel il soulignait que l'Angleterre de cette époque avait à sa disposition des artisans hautement qualifiés.

⁴¹⁵ Ou, comme le disent Dasgupta et David (1994), de « l'ancienne » économie de la science.

capital humain. Même si leurs analyses relèvent essentiellement de l'économie du travail⁴¹⁶ – la question est analysée avec un schéma classique offre-demande dynamique, le cobweb, qui sera ensuite maintes fois utilisé, par Richard Freeman, pour étudier ces mêmes thèmes – comme le soulignent cette citation de Arrow-Capron :

« The frequent and loud complaints of a shortage of engineers and scientists heard over the past eight years or so might taken as indicating a failure of the price mechanism and indeed have frequently been joined with proposals for interference with market determination of numbers and allocation. It is our contention that these views stem from a misunderstanding of economic theory as well as from an exaggeration of the empirical evidence » (Arrow et Capron, 1959, p. 292).

Il n'en demeure pas moins qu'on y trouve les prémisses d'une analyse qui se rapproche des thèmes de l'économie de la science :

« The increase in demand [in the market for engineers and scientists for research and development purposes] is, in turn, to be explained chiefly by the action of the government in contracting for research and development work by private industry. » (idem, p. 302).

Mais les considérations précédentes amènent à dépasser les perspectives ouvertes par la théorie du capital humain. En effet, la formation des chercheurs n'est pas uniquement une question relevant du niveau individuel – par son effet sur le salaire ou la productivité individuels – mais une question qui relève plus globalement du système économique et social dans son ensemble. Abramovitz et David (1996) rappellent ainsi qu'éducation, mobilité, diffusion et changement technique sont intimement liés.

Dans une première section, nous effectuons une revue sélective de la littérature sur l'innovation et le changement technique. Nous y présentons les travaux d'inspiration « évolutionniste » et « néo-néoclassique » – ce dernier qualificatif faisant essentiellement référence aux multiples travaux qui se rattachent au courant de la croissance endogène.⁴¹⁷ Ce détour par la théorie s'avère nécessaire pour comprendre les transformations qui affectent les processus d'innovation dans les économies contemporaines, transformations susceptibles d'avoir un impact sur le marché du travail scientifique.

La seconde section, de nature plus particulièrement empirique, présente les principales évolutions ayant affecté les systèmes nationaux d'innovation. On s'interroge en particulier

⁴¹⁶ Voir également les travaux de Blank et Stigler (1957) et de Hansen (1961). Présentés dans le chapitre 1 de cette thèse (cf. section « 1.1.1. Les premiers modèles d'équilibre offre-demande », p. 18).

une nouvelle fois, à la lumière des grands indicateurs de la science et de la technologie, mais également à l'aide d'enquêtes et d'études plus spécifiques, pour savoir si les transformations actuelles, et notamment l'accroissement – dont il conviendra de vérifier s'il est effectivement observé, et si tel est le cas, dans quel secteur et dans quel contexte – des collaborations public-privé, ne sont pas susceptibles d'affecter, et de quelle manière, le marché du travail scientifique et de favoriser l'émergence d'un marché du travail scientifique intermédiaire. Les travaux présentés dans la première section se montreront alors particulièrement utiles dans la compréhension des évolutions des collaborations science-industrie.

Section I. Innovation et emploi : des thèses évolutionnistes aux thèses néoclassiques

Easterlin fut un des premiers à s'interroger sur la croissance économique envisagée comme une intensification de la production et de l'utilisation de la connaissance, en étudiant les liens entre éducation de base et croissance économique dans le but d'expliquer les différences de croissance et de développement observées entre pays pauvres et pays riches.

En 1981, dans son article introduisant sa présidence à la tête de l'Economic History Association, il notait que :

« During this period [the two past centuries] international income differences have grown at unprecedented rates [...]. The prime mover in this drama has been the sharp acceleration in the rate of technological change in a relatively small number of nations. » (Easterlin, 1981, p. 3).

Il poursuivait plus loin :

« Explanation of the limited spread of modern economic growth turns into a question of identifying the factors that have constrained the dissemination of a new type of knowledge – that of modern technology » (idem, p. 4).

L'explication de cet écart réside, selon lui, dans le fait que la diffusion des technologies modernes qui sous-tendent la croissance économique contemporaine « dépend pour une large part de la façon dont les populations des différents pays ont acquis les traits et les motivations à travers l'éducation de base » (Easterlin 1981, p.11). La croissance économique est, in fine,

⁴¹⁷ Leurs auteurs insistent beaucoup, comme on le verra, sur le caractère novateur de leurs modèles.

expliquée par la généralisation de l'éducation de base, condition initiale nécessaire à l'utilisation de la connaissance présente dans les technologies modernes.

Une série de travaux économiques appartenant à des courants divers ont étudié les liens entre croissance économique et accumulation des connaissances. Face à la nécessité de renouveler les fondements des politiques relevant de la science, de la technologie et de l'innovation, des avancées majeures, surtout au niveau théorique, ont aidé à la compréhension des processus d'innovation et à leurs contributions à la croissance économique. Les théories de la croissance endogène et les théories néo-évolutionnistes ont par exemple relié croissance, éducation, science et technologie.⁴¹⁸ Un troisième « courant », l'économie institutionnelle, a soulevé de nouvelles questions quant à la coordination des institutions et des procédures face à la complexité croissante des interdépendances, la croissance entraînant une spécialisation accrue des tâches et des outils de production.⁴¹⁹

Un paradoxe peut servir à illustrer la complexité des relations entre connaissance et croissance économique. L'expansion économique américaine des années 90 semble avoir été spécifique par plusieurs aspects : son importance, sa longévité et son origine. La croissance économique semble en effet avoir été particulièrement prononcée et la durée de l'expansion plus importante que les autres périodes d'expansion d'après-guerre. Cette croissance s'expliquerait par des transformations importantes de l'économie américaine. Les nouvelles technologies auraient augmenté la productivité de nombreux secteurs économiques ce qui aurait induit une augmentation de la productivité de l'ensemble de l'économie. Alors que ces tendances étaient sans nul doute déjà observables dans la « vieille » économie, les évolutions se sont accélérées durant les années 90 à mesure que se diffusaient les innovations basées sur des nouvelles technologies à rendements cumulatifs croissants. Alors que ces innovations se sont développées au cours des cinquante dernières années, ce n'est – en accord avec les théories « évolutionnistes » du progrès technique – qu'à partir de la dernière décennie que leurs effets cumulatifs se sont réellement fait sentir. Le paradoxe de la productivité mis en

⁴¹⁸ Parmi les travaux pionniers du premier courant, signalons par exemple Nelson et Winter (1982) et Freeman et Perez (1988). La publication du livre de Nelson et Winter constitue un pas important qui posa les bases des théories évolutionnistes du changement technique. Un hommage appuyé a récemment été rendu à nos deux auteurs par de nombreux spécialistes de l'économie de l'innovation lors d'une conférence qui s'est tenue en juin 2001 à Aalborg. Les « nouvelles » théories évolutionnistes et de l'économie industrielle ont également apporté un nouvel éclairage sur les fondements des politiques de la science et de l'innovation (Metcalfé 1995 et 1998). Du second courant, citons les modèles canoniques de Romer (1986, 1990) et Lucas (1988).

⁴¹⁹ Voir North (1995a).

évidence par Robert Solow en 1987⁴²⁰ et qui a animé la science économique de la dernière décennie, serait ainsi expliqué par un simple effet retard, ou dans une perspective historique, un effet de transition entre un régime technologique établi et son successeur (David, 1990).⁴²¹

Les recherches modernes sur l'innovation ont repris l'idée que le développement de nouvelles technologies est un processus social dont les principaux acteurs sont les différents personnels intervenant dans la chaîne de la production scientifique, chercheurs, ingénieurs et managers. Au contraire, dans le modèle linéaire de la production de la connaissance scientifique, modèle développé et utilisé après la seconde guerre mondiale, la recherche de base fournit les matériaux nécessaires à la recherche appliquée, qui elle-même donne naissance à l'innovation et permet ensuite sa diffusion dans l'ensemble du système économique. Le rôle du secteur académique et de la recherche publique se limite alors à celui de fournisseur de la recherche fondamentale pour de (potentielles) applications.⁴²² Le rapport de Vannevar Bush (1945)⁴²³ est caractéristique de la vision post-seconde guerre mondiale des rapports qu'entretiennent science et technologie.

En revanche, les analyses modernes montrent que l'innovation est un processus combinant, non seulement des nouvelles techniques, mais également des compétences et des qualifications nouvelles, ou pour tout dire, des connaissances nouvelles. Les compétences nouvelles créées à l'issue du processus d'innovation sont imbriquées, elles-mêmes, dans les nouvelles technologies produites. Elles se réfèrent non seulement aux résultats scientifiques proprement dit, mais également aux formes d'organisation qui émergent à cette occasion, aux routines de résolutions de problèmes mises en œuvre, ou bien encore, au marketing.

⁴²⁰ La boutade de Solow « You can see the computer age everywhere but in the productivity statistics », devenue célèbre, est issue de son article « We'd Better Watch Out » paru dans la New York Times Book Review du 12 juillet 1987.

⁴²¹ Paul David note ainsi qu'une approche historique fait que : « many factors of the so-called productivity paradox will be found to be neither so unprecedented nor so puzzling as they might otherwise appear. » (David, 1990, p. 355). Sur ce sujet, voir également Jorgenson (2001) et Nordhaus (2001). L'impact des TIC sur la croissance économique française est étudié dans un papier récent de Melka, Mulder, Nayman et Zignago (2003).

⁴²² On peut notamment lire dans le rapport de Bush, fondateur de la NSF: "Almost all Government scientific work has ultimate practical objectives but, in many fields of broad national concern, it commonly involves long-term investigation of a fundamental nature".

⁴²³ Ce rapport, écrit suite à une demande du président Roosevelt de novembre 1944 d'un rapport sur la façon dont le gouvernement fédéral devait promouvoir le progrès scientifique dans l'après-guerre. Bush avait pour tâche de répondre à quatre questions principales: comment permettre la diffusion de la connaissance scientifique acquise durant la guerre ? Comment utiliser la science contre les maladies ? Comment stimuler la recherche scientifique dans le secteur public et privé ? Et comment encourager le développement des carrières scientifiques ? Bush avait l'expérience de la direction de l'Office of Scientific Research and Development (OSRD), agence chargée de la mobilisation de la recherche scientifique civile durant la guerre. Voir Barfield (1997).

Les technologies n'ont pas seulement des effets économiques dans le processus d'innovation qui les a vues naître mais également à travers la diffusion⁴²⁴ de ces innovations dans l'ensemble de l'économie. L'innovation est un processus social. La diffusion de l'innovation est, en elle-même, également, un processus social qui diffuse les nouvelles connaissances par un ensemble de canaux différents (Levin et al. 1987) : les compétences, les qualifications, les brevets, les licences mais également les mouvements physiques de personnel qualifié.⁴²⁵

Les effets de la technologie, de l'innovation et plus généralement des progrès des connaissances sur la croissance de la productivité sont donc assez généralement admis, cependant que la complexité des interactions rend obsolète toute analyse qui relie linéairement connaissance et croissance économique. De nouvelles questions de politique économique apparaissent alors également : comment permettre l'émergence et la diffusion des nouvelles technologies et des nouvelles connaissances ? Comment échapper aux échecs du marché dans des secteurs à fortes externalités ? Les réponses des États sont diverses et variées mais concernent pour une grande partie la main-d'œuvre scientifique et technique.

Nous nous proposons ici d'offrir une lecture de quelques travaux majeurs relatifs à la science, à la technologie et à l'innovation, le but étant d'amener à une réflexion sur les développements récents de l'analyse des processus d'innovation, et principalement de la contribution de la R&D publique aux flux de connaissances. Nous proposons une grille de lecture critique, ni exhaustive, ni historique, qui permet de faire le point sur les travaux contemporains dans ce domaine.

La première sous section (1.1.) présente quelques résultats des travaux « néo-évolutionnistes » sur l'innovation. La seconde sous-section (1.2.) expose les modèles de la croissance « endogène ».

⁴²⁴ Le mot « spread » en anglais semble être plus adapté que le mot « diffusion » car il introduit une notion d'étalement et de propagation.

⁴²⁵ Dans leurs analyses des flux d'innovations technologiques, Levin et al. (1987) montrent qu'un des principaux canaux de diffusion de la connaissance, intimement lié aux autres flux de diffusion de la connaissance, est le mouvement de personnel qualifié.

1.1. Innovation, changement technique, main-d'œuvre scientifique : quelques éclairages théoriques à la lumière des thèses évolutionnistes

Le courant « néo-évolutionniste » cherche dans un premier temps à compléter et à enrichir les résultats mis en évidence par les travaux des économistes néoclassiques des années 50 et 60 et notamment à préciser la distinction, et ces conséquences, entre information et connaissance (1.1.1.). La section suivante (1.1.2.) montre que la connaissance a les caractéristiques d'un bien public ce qui risque de rendre les incitations à la production de connaissances nouvelles par l'innovation insuffisantes pour amener l'innovation à un niveau socialement optimal. Cependant, l'existence de mécanismes correcteurs vient limiter le biais d'externalités entre rentabilité privée et sociale de l'innovation (1.1.3.). La dimension tacite des connaissances, le troisième mécanisme correctif, est spécifiquement étudiée dans la quatrième sous-section (1.1.4.). On verra alors que la production de connaissances, notamment par la recherche fondamentale, trouve de nouvelles justifications, notamment dans le développement de la capacité d'absorption.

1.1.1. Information vs. connaissance

L'information et la connaissance apparaissent dans les modèles économiques dans deux contextes différents. Le modèle microéconomique de base considère l'information comme un bien économique transférable et utilisé par les agents économiques comme signaux pour leurs décisions. L'information est de la connaissance réduite et traduite en messages qui peuvent être aisément transmis entre agents. Les messages ont un contenu informationnel quand ils entraînent des changements d'état ou une action du récepteur de l'information. De façon plus formelle, Shannon (1948)⁴²⁶, le fondateur de la théorie moderne de la communication, écrivait :

« The fundamental problem of communication is that of reproducing at one point either exactly or approximately a message selected at another point. Frequently the messages have meaning; that is they refer to or are correlated according to some system with certain physical or conceptual entities. » (Shannon, 1948, p.379).

⁴²⁶ Les deux articles de Shannon ont initialement été publiés en 1948 avant d'être republiés à de nombreuses reprises, notamment avec Weaver en 1949.

Les principes de Shannon (1948) ont été repris et utilisés en économie par Arrow (1962) et Marschak ; ce dernier est un des auteurs majeurs de l'économie de l'information, thèmes qu'il développe dès 1954 (Marschak 1954, 1960)⁴²⁷. On trouve l'influence de Marschak sur deux autres auteurs ayant contribué de façon majeure à l'économie de l'information : Ray Radner, un de ses étudiants, et Jack Hirschleifer, un de ses collègues à l'université de Californie⁴²⁸.

La façon dont les agents économiques traitent et utilisent l'information peut être illustrée par les trois phases présentées par Marschak (1954) dans une de ses premières contributions à l'axiomatisation de la théorie de l'information :

« We will consider three phase teams only : Phase 1 : Observations made. Phase II : Messages sent and received. Phase III : Actions performed. » (Marschak, 1954, p.192).

Par information, on entend des flux de messages (Machlup 1983). Dans ce contexte, l'important est combien et quel type d'information les agents ont besoin pour conduire leurs actions. L'état du monde est appréhendé par les agents économiques à travers les données disponibles. Ces données sont alors transformées par les agents en information utilisable pour décrire l'état du monde et pour leur permettre ainsi de prendre leurs décisions (par la création d'indicateurs intelligibles par exemple). La reproduction de l'information se faisant à un coût faible ou nul, le problème qui se pose alors à l'analyse économique est d'expliquer les mécanismes de révélation de l'information détenue par les agents (conditions de sa production...).

La connaissance peut être considérée comme un actif entrant comme input ou comme output dans le processus de production. Les connaissances détenues par les individus – leurs compétences – entrent comme input dans le processus de production alors que la connaissance issue du processus de production – l'innovation – en constitue l'output. La première approche, la connaissance comme input, peut être schématisée, avec Arrow (1994), par la fonction de production néo-classique traditionnelle $Y = AF(K, L)$, dans laquelle le facteur A

⁴²⁷ On peut retrouver les principaux résultats de ses contributions dans Marschak (1971).

⁴²⁸ Contributions sur lesquelles nous allons revenir d'ici peu, principalement le fait du dernier auteur cité.

est interprété comme la connaissance entrant dans le processus de production, facteur nécessaire à l'utilisation des deux autres inputs.⁴²⁹

Arrow (1962a) est le premier à avoir cette conception économique de la connaissance. Dans son modèle initial, la connaissance est produite par un secteur spécifique sur la base d'une fonction de production qui combine travail qualifié et capital. L'output de ce secteur spécialisé est de l'information échangée sur un marché. Dans les modèles de Timbergen et Solow, on peut également remarquer que la connaissance est produite comme un autre bien, mais uniquement sur la base de la connaissance précédente ; A prend alors par exemple une forme exponentielle qui implique que la variation de A est proportionnelle à A lui-même.⁴³⁰ Ce qui est modélisé par Arrow et qui sera repris par la suite, notamment par Shell (1967) qui présente un modèle dans lequel la connaissance nouvelle est produite de façon jointe par le stock existant de connaissance et par d'autres ressources⁴³¹, implique une activité cognitive des agents économiques. L'idée de base de ces modèles réside dans le fait que la connaissance se développe sur la base de la connaissance passée, connaissance traitée comme un stock de connaissance exogène.

Mais, contrairement à l'information, qui existe indépendamment des individus, la connaissance est attachée aux individus. On pourrait dire que pour comprendre l'information, il est nécessaire de détenir des connaissances spécifiques. Et pour obtenir ces connaissances ou pour les accroître, il est nécessaire que les individus et les organisations détiennent un ensemble complexe de compétences particulières, qu'ils ne peuvent acquérir qu'en investissant une partie de leurs ressources. « L'information ne devient de la connaissance (et peut alors créer de la valeur) que quand les utilisateurs ont les capacités de lui donner du sens ; et sans ces capacités, l'information demeure sans signification » (Salter et Martin 1999, p.20). La diffusion de la connaissance ne peut donc se réduire à une simple transmission de l'information.

Le but de l'analyse économique est alors d'étudier les principes de base qui régissent cette connaissance, considérée comme un bien économique. Ce bien, comme tout autre bien,

⁴²⁹ Le facteur A n'est alors qu'un des inputs supplémentaires entrant dans le processus de production, sans que ces auteurs ne s'intéressent, dans un premier temps, à l'origine de cet input.

⁴³⁰ Des modèles contemporains de ceux de Solow proposent une version légèrement modifiée de la fonction de production. Il s'agit par exemple de Kennedy (1964) et von Weizsäcker (1966) qui utilisent une fonction du type $Y = F(AK, BL)$.

⁴³¹ La connaissance n'est alors qu'un des inputs particuliers dans la production de la connaissance.

peut alors avoir les caractéristiques d'un bien public, ou être vendu/acheté sur le marché. La distinction entre information et connaissance est cruciale pour tenter de comprendre les processus de diffusion et de création des connaissances (Winter 1987). Les théories de la firme et les théories de l'innovation (Dosi 1988) basée sur les compétences montrent alors comment ce bien est créé, vendu et utilisé par les acteurs économiques. Le transfert de cette connaissance est un élément clé des théories qui tentent d'appréhender la diffusion des connaissances entre individus, dans le temps et dans l'espace. Dans cette perspective, compétences et innovation se ramènent à un même concept : la connaissance. Le problème posé à l'analyse économique est alors d'appréhender les conditions de reproduction de cette connaissance, qui passe principalement par des processus d'apprentissage.

Au niveau collectif, l'allocation des ressources et la production d'innovations ne sont pas toujours optimales par la seule intervention du marché. Si la connaissance est un bien public – et nous allons montrer qu'elle possède les caractéristiques d'un bien public –, les incitations à la production de ce bien pour les agents privés sont faibles. Les agents qui ont des activités d'innovation ou de recherche produisent des connaissances qui peuvent être acquises par d'autres agents sans nécessairement donner lieu à rétribution. L'insuffisante appropriation des résultats des activités d'innovation conduit à une allocation inefficace des ressources. Le taux de rendement social – approprié pour partie par les imitateurs et pour partie par les consommateurs – de la connaissance est plus élevé que le taux de rendement privé – celui qui revient aux seuls innovateurs – amenant ainsi à l'existence d'un biais entre rendement social et privé. Seule l'intervention de la puissance publique est alors susceptible de fournir ce bien public en quantité suffisante à l'économie. En effet, depuis Arrow (1962a), deux types d'arguments sont avancés pour expliquer cette situation : l'innovation et la connaissance produite à cette occasion ont toutes les caractéristiques d'un bien public ; l'innovation a un caractère risqué.

1.1.2. La connaissance, un bien public ?

Les théories qui tentent de comprendre comment s'opère la diffusion des connaissances à travers le temps se sont principalement centrées sur la nature – publique ou privée – de la connaissance.⁴³² Les innovations ont les deux grandes caractéristiques des biens publics, source d'inefficacité. D'une part, la connaissance est un bien pour lequel il n'y a pas de

rivalité entre les consommateurs car elle n'est pas détruite par l'usage qui en est fait.⁴³³ L'utilisation du bien par un agent n'entraîne pas de perte d'utilité pour les autres agents. Les incitations privées à produire des innovations sont limitées car l'appropriation privée totale du surplus social est impossible (Tirole 1990). Du point de vue social, la diffusion de la connaissance liée à l'innovation est plus importante que ce que le producteur privé de cette connaissance souhaiterait effectuer. Dans une situation sociale optimale dans une économie décentralisée, où le prix égalise le coût marginal, les firmes innovatrices risquent d'obtenir un profit nul, le coût marginal d'un bien public pur étant égal à zéro (Martin 1994). Il s'ensuit que le niveau d'investissement d'équilibre en R&D est à priori inférieur au niveau socialement optimal.

Pour créer malgré tout de l'incitation à la production des connaissances, il faut confier cette activité à la sphère publique ou autoriser une certaine forme de propriété intellectuelle. Le producteur du bien ne peut exclure, sans coût, des individus de l'utilisation du bien. Il est alors nécessaire d'attribuer un certain droit de propriété sur l'utilisation de la connaissance – sous forme de brevets ou de licences – pour garantir au producteur de cette connaissance une certaine source de revenus. Cependant, la mise en place de ce type de droits de propriété est également source d'inefficacité économique. Cette deuxième caractéristique inhérente aux biens publics permet en effet un certain degré d'exploitation monopolistique par le détenteur du droit de propriété. Le degré d'exclusivité du bien détermine la mesure dans laquelle le détenteur du droit de propriété peut faire payer l'utilisation de ce bien. La connaissance résultant des innovations industrielles a alors la caractéristique d'un bien public marchand, non rival et exclusif. La connaissance de base issue de la recherche fondamentale est un bien public pur, non rival et non exclusif.

Il est courant de distinguer quatre types de connaissances : know-what, know-why, know-how and know-who. La première relève des faits. La seconde concerne les principes ou les théories expliquant les lois d'évolution de la nature. La troisième se réfère à la capacité ou aux compétences nécessaires. Enfin, la dernière s'intéresse aux sources de la connaissance.⁴³⁴ Ces quatre types de connaissances diffèrent quant à leur nature plus ou moins publique ou plus ou moins privée.

⁴³² A partir des travaux pionniers de Nelson (1959) et Arrow (1962a,b).

⁴³³ Avec un bon anglicisme, on peut dire que c'est un bien « non rival ».

Les études empiriques sur le système de brevets montrent qu'il existe des différences importantes entre secteurs concernant cette question. Mansfield et al. (1981, 1986) montrent ainsi que les brevets augmentent les coûts d'imitation et le temps nécessaire seulement de façon marginale pour la plupart des secteurs, à la notable exception de l'industrie chimique et plus spécifiquement du secteur pharmaceutique. Dans une étude mesurant la vitesse à laquelle l'information sur une technologie nouvelle se diffusait d'une entreprise à une autre, Mansfield (1985) montrait que dans certains cas, la décision de développer la nouvelle était connue des concurrents en seulement six mois, alors que dans d'autres cas, cela prenait pas moins de 18 mois. La diffusion des innovations de produits a tendance à se diffuser plus rapidement que les innovations de procédés.

Le deuxième argument avancé pour justifier que l'allocation des ressources pour innover réalisée par le marché n'est pas forcément optimale est que la décision d'innover est un processus risqué. Encore plus que pour la majorité des autres activités économiques, l'innovation est entachée d'incertitude. L'innovateur n'est pas certain que les innovations qu'il développe vont aboutir, tant sur le plan technologique que sur le plan commercial. La mise en place de mécanismes d'assurance est possible. Cependant, il n'est pas efficace de mettre en place un mécanisme collectif d'assurance contre le risque individuel puisqu'on est en présence d'un problème d'aléa moral où l'effort d'innovation individuel est difficilement observable. Les mécanismes d'auto-assurance et de gestion des risques au niveau individuel se substituent alors à une gestion collective des risques déficiente. Mais de tels mécanismes sont source d'imperfection dans l'allocation par le marché des ressources pour l'innovation. En effet, il existe alors clairement une inégalité entre agents qui ont les moyens de mettre en place une gestion diversifiée des risques – par une gestion de leur portefeuille d'activités innovatrices – et les agents qui ne disposent pas de cette possibilité.⁴³⁵

⁴³⁴ L'importance croissante des réseaux inter-individuels dans la production de la connaissance scientifique illustre ce quatrième type de connaissance.

⁴³⁵ Crampes et Encaoua (2001, p.5) notent ainsi que « les grandes entreprises ont souvent un avantage important par rapport aux innovateurs individuels parce qu'elles ont les moyens de mener plusieurs projets de recherche simultanément et de diversifier les risques correspondants ».

1.1.3. Les mécanismes correctifs

A l'inverse, trois mécanismes correctifs peuvent être avancés pour justifier de la nature limitée du biais d'externalités entre rentabilité privée et sociale de l'innovation, mécanismes qui viendraient ainsi réduire les besoins d'intervention publique.⁴³⁶

Le premier mécanisme tient aux possibilités d'internalisation des externalités. La négociation directe entre agents peut alors se substituer à l'intervention publique⁴³⁷. Une externalité apparaît dès que l'activité d'un agent a des répercussions positives ou négatives sur le profit ou l'utilité d'autres agents sans qu'il y ait de transaction marchande. L'effet externe est un échange non volontaire (parfois involontaire) : il n'y a pas de contrat passé entre les différents protagonistes d'un effet externe. Pour remédier à ces défaillances du marché, l'analyse économique standard cherche à faire entrer dans la sphère marchande ce qui, au départ, lui est extérieur. Différentes modalités d'internalisation des externalités sont alors possibles⁴³⁸. Néanmoins, les coûts de coordination et les asymétries informationnelles limitent les possibilités d'internalisation.

Le deuxième mécanisme correcteur concerne les anticipations des agents face à l'innovation. Le développement commercial des innovations peut amener certains innovateurs à détenir des informations sur les prix de certains biens et à adopter ainsi des comportements spéculatifs sur les prix de ces biens. Dans un article de 1971 – Hirshleifer (1971) – Jack Hirshleifer⁴³⁹ montrait ainsi que trop d'information pouvait réduire le bien-être des agents. Ou plus exactement que, dans un cadre d'équilibre général, améliorer l'information publique disponible pouvait diminuer le bien-être des agents, dans une économie où les agents partagent les risques. L'avantage à recevoir une information en premier (« the value of foreknowledge ») n'a en effet pas de lien direct avec la valeur sociale de cette information.

⁴³⁶ Ces effets sont soulignés par Cohendet *et al.* (1999), p.368-369.

⁴³⁷ Il peut s'agir de la mise en place de nouvelles formes contractuelles ou de la création de nouvelles formes institutionnelles : associations industrielles, programmes de R&D en coopération, fusion-acquisition...

⁴³⁸ Deux grandes traditions, qui diffèrent par la représentation du marché qu'elles supposent, ont proposé différentes solutions à ce problème d'internalisation : celle d'Arthur Pigou (1920), qui se situe dans un cadre d'équilibre général et cherche à retrouver les conditions d'un équilibre parétien, et celle de Ronald Coase (1960), qui analyse la situation en termes de conflits entre intérêts privés et de réciprocité entre agents.

⁴³⁹ Hirshleifer fut un des premiers économistes à s'intéresser aux applications de la théorie de l'incertitude et de l'information (Hirshleifer 1973). En particulier, il redécouvrit et développa la théorie de l'investissement sous incertitude dans la tradition fisherienne. Il appliqua également la théorie de préférence d'état qu'Arrow avait présentée en 1953, avant d'être raffinée par Debreu (1959) puis développée plus avant par Ray Radner dans les

Par exemple, l'activité d'innovation peut être accrue du seul fait que les innovateurs peuvent réaliser des investissements en se basant sur la connaissance qu'ils ont acquise grâce à leurs innovations. La question posée est en fait de savoir si un système de brevets est souhaitable et approprié puisque l'information privée issue de l'investissement en R&D permettrait d'exploiter de nouvelles opportunités sur le marché. Quels sont alors les bénéfices (en termes pécuniaires) à augmenter l'information disponible sur la R&D ? Hirshleifer reconnaissait volontiers l'importance du problème de l'appropriation des résultats de la R&D mais notait que les effets pécuniaires – liés à la connaissance du marché de l'innovateur et aux opportunités que cela lui ouvre – pouvaient jouer dans le sens opposé.⁴⁴⁰ Il serait possible d'analyser – et bien que cette piste ait été peu exploitée – l'asymétrie d'information dont dispose les innovateurs en termes de rente. A la limite, des innovateurs dont la politique de R&D est un échec commercial immédiat peuvent malgré tout bénéficier d'un avantage concurrentiel (futur) grâce à l'information qu'ils ont acquise lors du processus de R&D.

Hirshleifer (1971 p.570-571) donnait l'exemple d'Eli Whitney, inventeur de l'égreneuse à coton. Selon lui, Whitney a passé beaucoup de temps, fourni beaucoup d'effort et dépensé beaucoup d'argent pour breveter son invention⁴⁴¹ alors qu'il aurait été probablement plus profitable pour lui d'envisager les conséquences de la progressive généralisation de l'égreneuse, sur le prix du coton, sur le prix de la terre, sur le profit des entreprises d'entreposage et de transport du coton ou encore sur le développement de nouveaux secteurs basés sur le coton (industries textiles...). Ces profits spéculatifs lui auraient probablement davantage rapporté que son brevet en lui-même.

Assez peu d'auteurs ont suivi Hirshleifer et analysé les investissements en R&D comme source d'asymétries d'information. Néanmoins, au niveau théorique, différents travaux ont généralisé les exemples donnés par Hirshleifer⁴⁴² avant d'aboutir au modèle récent de Schlee (2001), où cet auteur montre que la valeur de l'information publique est négative pour toute économie basée sur un agent représentatif. Les relations entre innovation et asymétrie d'information ont cependant été étudiées sous plusieurs angles. Il s'agit par exemple de l'analyse des stratégies optimales d'investissement en R&D (McGahan 1993) et des courses

années 70 ; l'idée de base est que les biens diffèrent non seulement par leurs caractéristiques physiques, par leurs localisations dans le temps et dans l'espace mais également par leurs situations dans des « états » particuliers.

⁴⁴⁰ Ce qu'il appelait : « the distributive aspect of access to superior information » (Hirshleifer 1971 p.516).

⁴⁴¹ Il obtint un des premiers brevets américains en 1794.

aux brevets (Gilbert et Newbery 1982)⁴⁴³. Ces deux derniers auteurs étudient l'impact de l'introduction d'une innovation par un concurrent potentiel sur un monopole dans le cadre d'un modèle déterministe d'enchères. Leur thèse est que le système de brevets non seulement autorise, mais incite, un monopole à empêcher l'entrée de nouveaux entrants dans la filière. Dans ce cas, un système de brevets introduit de l'inefficacité dans le système d'innovations en empêchant l'entrée de concurrents plus efficaces.

Ces questions ont été reprises par Reinganum (1989) et plus récemment par Boone (2000). Le modèle de Boone examine les effets de la pression concurrentielle sur les incitations à innover, avec des formes plus générales d'intensité de la concurrence et en distinguant deux types d'innovations, produits et procédés. Alors que les premiers modèles avaient plutôt tendance à s'opposer totalement aux résultats avancés par Schumpeter – qu'on peut résumer ainsi : i) Les grandes entreprises ont un avantage à innover de part les plus grandes possibilités de diversification des risques qui leurs sont offertes ; ii) Les monopoles (temporaires) ont une plus grande propension à innover de part leur pouvoir de marché – les derniers modèles relativisent les effets de la pression concurrentielle sur l'innovation, avec un effet positif de celle-ci en deçà d'un certain seuil et un effet négatif au-delà.

« This framework brings together the selection and adoption effects of competition on innovation and the Schumpeterian argument for monopoly power. Finally, conditions have been derived under which a rise in competitive pressure increases each firm's investments in process innovations to improve efficiency. But if the rise in pressure induces more industry wide process innovation, it reduces industry wide product innovation. » (Boone, 2000, p.563).

Des développements récents tenant plus particulièrement à l'analyse des flux de connaissance dans les processus d'innovation, peuvent être rattachés aux travaux pionniers d'Hirshleifer. C'est le cas par exemple de ceux de Cohen et Levinthal (1989, 1990) et de Rosenberg (1982, 1990).

Rosenberg, qui se demandait pourquoi les firmes font de la recherche fondamentale avec leurs propres fonds, montrait que les firmes ont tout intérêt à avoir des activités de R&D même si le succès commercial d'un tel investissement n'est ni immédiat ni évident.⁴⁴⁴ C'est le

⁴⁴² Voir le papier de Schlee (2001) pour les références des différents travaux conduits au cours des vingt années précédentes.

⁴⁴³ Voir le commentaire de Salant (1984) et Cave (1985) ainsi que la réponse de Gilbert et Newbery (1984).

⁴⁴⁴ Les processus d'investissement dans les dépenses de R&D font intervenir de façon complexe de nombreux facteurs tant économiques que techniques ou institutionnels qui dépassent de loin les modèles simplifiés expliquant les politiques de R&D. Pour les entreprises, les dépenses de R&D ne sont pas directement source de

cas par exemple de la plupart des innovateurs, surtout ceux bénéficiant de niches technologiques, qui ne peuvent maintenir leur position sur leur marché sans effectuer un minimum de recherche en interne. La recherche de base est alors complémentaire des sources externes de R&D, qu'elles soient publiques ou privées.

La connaissance provenant de sources externes semble être un élément essentiel dans le développement d'une entreprise. Or, l'acquisition de la connaissance externe est une tâche difficile. Il ne s'agit pas simplement de trouver le bon partenaire ou la bonne personne – le know-who – mais de surmonter les difficultés associées à l'assimilation et à l'exploitation de l'information. Cohen et Levinthal (1989 et 1990) constataient que les investissements en R&D, outre le fait qu'ils favorisent manifestement l'innovation, permettent aux entreprises d'identifier, d'assimiler, d'exploiter et de développer les connaissances liées à leur environnement. A la limite, même si un concurrent avait accès à la connaissance d'une firme, il est probable qu'il ne pourrait réussir à l'exploiter. C'est seulement en développant sa propre R&D qu'une firme peut réussir à développer l'apprentissage nécessaire et sa capacité d'absorption. La capacité interne à la firme et la collaboration externe sont alors vues comme très complémentaires dans l'activité d'innovation.⁴⁴⁵

La R&D menée en interne produit non seulement des nouvelles connaissances, qui favorisent l'innovation, mais contribue également à la capacité d'absorption de l'entreprise par l'augmentation des compétences des employés qu'elle permet. Ces stocks de compétences déterminent alors la capacité à assimiler et à utiliser la connaissance externe. Dans les cas où la capacité d'absorption est importante pour le développement de nouvelles connaissances, celle-ci aura un effet aussi bien sur la direction que sur l'intensité de la R&D de l'entreprise.

Cette absorption de la connaissance va être d'autant plus difficile que la dimension tacite de la connaissance est importante. Ceci nous permet d'introduire le troisième mécanisme correcteur qui concerne le caractère tacite des connaissances. Les connaissances que possèdent les individus leur sont propres et ne sont pas séparables des individus qui les détiennent. C'est ce caractère tacite des connaissances que nous allons étudier plus longuement dans la section suivante.

revenus, à l'image des dépenses de gestion ou de marketing. Ce n'est qu'à terme qu'un accroissement des profits peut être attendu de ces dépenses discrétionnaires.

⁴⁴⁵ Au niveau empirique, on peut par exemple se référer aux études de Griffith, Redding et Van Reenen (2001, 2003) et Vinding (2001).

1.1.4. Connaissances tacites vs connaissances codifiées

Dans la tradition évolutionniste, les connaissances scientifiques et technologiques⁴⁴⁶ sont considérées comme des connaissances plutôt que comme de l'information. Une partie de la connaissance peut être convertie en messages, par un processus de codification, qui peuvent être utilisés comme de l'information. Cette partie de la connaissance est ainsi objectivée, codifiée. Cette codification de la connaissance est un processus de réduction et de conversion qui autorise la transmission, la vérification et la reproduction de l'information moins coûteuse. Cependant, une autre partie de la connaissance ne peut pas se ramener à de la connaissance codifiée, soit que le coût de cette codification est trop élevé, soit que les techniques actuelles n'autorisent pas cette codification. Cette partie des connaissances demeure tacite. Le chimiste Polanyi⁴⁴⁷ proposait cette distinction dans *The Tacit Dimension* en 1966⁴⁴⁸ à partir de simples observations – « We know more than we can tell and we can know nothing without relying upon those things which we may not be able to tell » – et notait ainsi qu'une grande partie de la connaissance humaine ne peut pas être articulée.

La connaissance inclue de l'information – connaissance codifiée – mais également de la connaissance tacite – complexe et difficilement codifiable – (Nelson et Winter, 1982)⁴⁴⁹, et les interactions entre ces deux types de connaissances sont complexes, l'exploitation de la connaissance codifiée nécessitant en général l'acquisition des connaissances tacites (Gjerding 1998). La détention de la seule connaissance codifiée ne peut fournir que peu d'information puisque l'application de la connaissance nécessite des connaissances tacites et des interactions plus personnelles.⁴⁵⁰ Alors que la connaissance explicite est acquise à travers un apprentissage

⁴⁴⁶ La tradition néoclassique considérait que les nouvelles connaissances provenaient d'ailleurs essentiellement de l'activité scientifique. Nelson (1959, p. 299) écrivait par exemple que : "Scientific research may be defined as the human activity directed toward the advancement of knowledge".

⁴⁴⁷ Michael Polanyi, frère de Karl, l'économiste, a obtenu une thèse en chimie durant la seconde guerre mondiale. Il rejoint l'Allemagne puis l'Angleterre lorsqu'il obtient un poste en chimie-physique à l'université de Manchester en 1933. Son intérêt pour les sciences sociales et la philosophie prend peu à peu le pas sur ses écrits en chimie.

⁴⁴⁸ Ce livre reprend et enrichit certains thèmes déjà développés dans *Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy*, paru en 1958, sa contribution majeure à la philosophie des sciences. Le célèbre livre de Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*, reprend certaines idées présentes dans *Personal Knowledge*.

⁴⁴⁹ Des topologies plus complexes de connaissances ont été proposées (cf. Blacker 1995 pour une perspective d'économie des organisations).

⁴⁵⁰ Cowan, David et Foray (1999, p.3), dans un paragraphe intitulé « the tacit dimension's wonderful new economics career », rappellent que Collins en 1974 sur la construction du laser notait que « the transmission of skills is not done through the medium of written words ». Se référer à cet article, « un guide pour économistes

formel, par la transmission de codes et de symboles, la connaissance tacite ne peut être acquise que par l'expérience, la personne devant participer activement aux processus d'apprentissage. De façon plus formelle, le coût marginal de la transmission de la connaissance augmente rapidement avec la distance qui sépare le contexte du développement de cette connaissance du contexte d'utilisation de cette connaissance.

La dimension tacite des connaissances remet en cause la représentation que nous avons des comportements des producteurs et des diffuseurs de la connaissance. Les connaissances ne sont en effet pas séparables de leur support et leur accumulation nécessite des investissements, humains et matériels, importants. Au niveau individuel, comme le remarquaient Cohen et Levinthal (1990) à la suite des nombreux travaux de psychologie, mais également des sciences cognitives et du comportement humain, la capacité d'acquisition⁴⁵¹ de la connaissance est facilitée par l'importance de la connaissance précédemment accumulée. Les capacités d'apprentissage et les compétences pour résoudre des problèmes sont relativement similaires, au niveau individuel, puisque des connaissances précédemment accumulées ont un impact positif et sur ces capacités et sur ces compétences. La capacité d'apprentissage d'une organisation ne diffère alors pas fondamentalement de cette vision individuelle de l'apprentissage, bien qu'elle ne soit pas la simple somme des capacités individuelles d'absorption de ces membres. La capacité d'absorption organisationnelle va dépendre, entre autres, des transferts de connaissance entre sous-unités de l'organisation, et donc, des moyens de communications et de la répartition des connaissances au sein de l'organisation en question (Cohen et Levinthal 1990 p. 503).

Plus important, la capacité d'absorption est cumulative.⁴⁵² En effet, une partie de la connaissance nouvelle va être utilisée pour augmenter la capacité d'assimilation, alors qu'une autre partie de la connaissance va être effectivement mise en œuvre ou utilisée dans le processus de production de la firme. La capacité d'absorption d'une organisation a alors deux caractéristiques. La première concerne le fait d'avoir accumulé une certaine capacité d'absorption dans le passé, capacité qui va rendre plus efficace la capacité d'absorption future. La seconde caractéristique a trait aux anticipations. L'importance de la capacité d'absorption passée permet en effet à une firme de mieux comprendre son environnement

sceptiques sur la connaissance tacite » (p. 9), pour la genèse (sociologique) et le développement de ces concepts en économie avec le premier papier de Nelson et Winter (1982). Voir aussi Foary (2000b) et Foray (2004).

⁴⁵¹ Il s'agit aussi bien des capacités de mémorisation, d'utilisation que de compréhension de la connaissance.

⁴⁵² Cet aspect a plus particulièrement été développé par Cohen et Levinthal dans leur article de 1989.

actuel mais également de former des anticipations plus adaptées quant à l'évolution future de cet environnement ; cela est particulièrement vrai dans un environnement en évolution rapide tels que celui des nouvelles technologies. Ces anticipations conditionnent évidemment elles-mêmes les investissements futurs dans la capacité d'absorption. Ces deux caractéristiques de la capacité d'absorption – son caractère cumulatif et le rôle qu'elle joue sur la formation des anticipations – rendent donc son développement très dépendant du passé. Ces quelques développements nous permettent de retrouver l'idée de dépendance de sentier, dépendance qui conditionne cette fois la capacité, non seulement à utiliser la connaissance pour les développements scientifiques et technologiques futurs, mais à, tout simplement, utiliser et anticiper ces développements. Les investissements les plus susceptibles de favoriser l'assimilation et l'exploitation de la nouvelle connaissance concerne sont les investissements en R&D et plus spécifiquement ceux en science fondamentale.

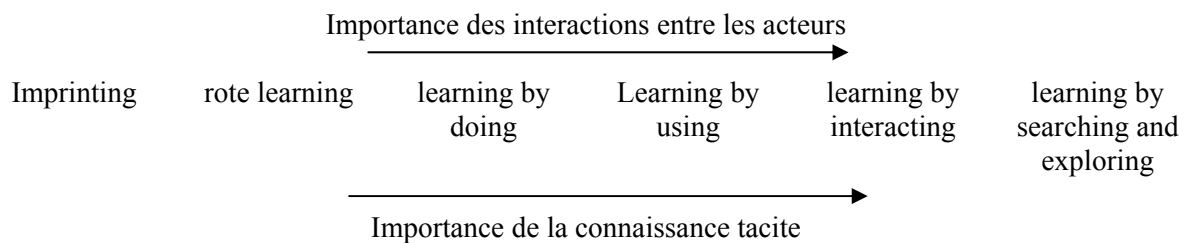
Rosenberg (1990) ne dit pas autre chose, même s'il ne distingue pas explicitement connaissance tacite et connaissance codifiée. Il note cependant qu'une firme doit bénéficier d'un « ticket d'entrée » pour appartenir à un « réseau d'information » et que c'est essentiellement grâce à la recherche de base qu'une organisation peut espérer comprendre et évaluer les activités de R&D des autres acteurs.⁴⁵³ Laissons-le conclure clairement sur ce point :

« [...] A basic research capability is often indispensable in order to monitor and to evaluate research being conducted elsewhere. Most basic research [...] is conducted within the university community, but in order to plug in to these research centres and to exploit the knowledge that is generated there, a firm must have some in-house capability. » (Rosenberg 1990 p. 171).

La distinction entre connaissance tacite et connaissance codifiée peut nous permettre d'effectuer une classification théorique des activités de recherche des chercheurs. La recherche scientifique, qu'elle soit privée ou publique, est affaire de compétences et de techniques et les transferts de connaissance d'une communauté à l'autre sont loin d'être effectués uniquement par des méthodes et des procédures conscientes et codifiées. Au contraire, Les processus de transferts de connaissance sont coûteux, et pour le récepteur, et pour le fournisseur. Les variations dans la proportion connaissance tacite / connaissance codifiée déterminent pour partie l'accès plus ou moins aisé à cette connaissance, et dans une acception large, les coûts de transmission de cette connaissance. Mais, contrairement à une

vision partagée par certains philosophes et épistémologues des sciences, la proportion dans laquelle une discipline est « codifiée » n'explique pas à priori son degré de scientificité. Kuhn (1962), Nagel (1961) ou Hempel (1966) ont par exemple avancé que ce sont les règles méthodologiques formelles des procédures scientifiques qui peuvent permettre de tracer la ligne entre sciences dures et sciences molles, ou à défaut, d'effectuer une hiérarchie entre disciplines scientifiques.

Il est également possible de relier les différentes formes d'apprentissage à l'importance des interactions entre acteurs qu'elles nécessitent, et donc à la nature des connaissances⁴⁵⁴ (cf. le schéma simplificateur). La recherche scientifique nécessite en effet une coopération avec de nombreux acteurs internes et externes à la firme, où la connaissance tacite joue un rôle primordial.



Les connaissances tacites et codifiées semblent être inextricablement liées de façon complexe dans la nouvelle économie de la connaissance. Il est bien évident que les interactions entre connaissance tacite et connaissance codifiée s'effectuent dans un processus complexe basé sur différents types de connaissances. Nonaka et Takeuchi (1995)⁴⁵⁵ présentent ainsi un processus qui inclut quatre modes de conversion de connaissances en cinq phases. Hicks (1995) montrent par exemple que les firmes publient des articles scientifiques non seulement pour présenter leurs connaissances codifiées mais également pour signaler aux autres acteurs qu'elles détiennent des connaissances tacites et sont capables d'expertise. Les publications sont alors l'indice de la présence de connaissances tacites. Les entreprises souhaitent donc développer leurs compétences et devenir des partenaires du secteur académique.

⁴⁵³ Dans la vision de Rosenberg, la recherche fondamentale va surtout être utile pour entreprendre, dans un second temps, des recherches plus appliquées.

⁴⁵⁴ On s'inspire de Johnson (1992) repris par Gjerding (1998, p.18).

⁴⁵⁵ Leur étude, dans une perspective de management de l'innovation, est basée sur des études de cas d'entreprises japonaises.

L'acquisition externe de la technologie requiert donc un montant important de R&D interne aux firmes puisque la connaissance, jamais totalement codifiable, est spécifique à chaque contexte. Les alliances pour le développement de la R&D ne sont donc pas susceptibles de se substituer – en totalité – à la R&D effectuée au sein des firmes (Narula 1999).

Selon les technologies et les secteurs, et plus généralement selon le contexte social⁴⁵⁶, l'importance relative de la connaissance tacite (par rapport à la connaissance codifiée) diffère et a un impact, et sur l'apprentissage et sur l'innovation, et sur les liens qui sont noués entre les partenaires. Nelson et Winter (1982) associent la distinction connaissance tacite/codifiée au concept de routines qu'ils voient comme l'élément fondamental de toute action humaine. Les routines sont définies comme des styles de comportements habituels qui incorporent de la connaissance essentiellement sous forme de compétences. Cette connaissance ne peut être facilement articulée ou transférée explicitement mais est acquise au fur et à mesure grâce à un processus d'apprentissage ou un processus d'essais/erreurs (Cowan et Foray 1997, Langlois 2001). Ces routines peuvent s'appliquer aussi bien à un individu, qu'à une organisation ou bien encore à une institution plus globale. La théorie évolutionniste de la firme de Nelson et Winter suppose ainsi que les interactions de la connaissance tacite et codifiée avec l'environnement externe fournissent la base au processus d'apprentissage de la firme.

Cependant, l'importance relative de la connaissance tacite diffère selon les firmes. L'importance des flux de connaissances au sein des organisations a été étudiée par Nonaka et Takeuchi (1995)⁴⁵⁷. Selon eux, la connaissance change de forme pour permettre à l'organisation – et en particulier aux managers – d'en tirer le maximum de bénéfices. En particulier, ils soulignent que la connaissance change de forme, passant de sa forme tacite – « the expertise that resides in an expert's head » – à des formes plus explicites, avant qu'elle ne subisse une transformation inverse. Les deux auteurs montrent ainsi que la connaissance tacite joue un rôle plus important pour les firmes japonaises que pour leurs homologues occidentales⁴⁵⁸.

⁴⁵⁶ ou sociétal pour reprendre une expression de Lam (1998, p.2) qui rappelle les approches du LEST.

⁴⁵⁷ Une synthèse de leurs travaux peut être trouvée dans O'hara et Shadbolt (2001).

⁴⁵⁸ On retrouve ce constat, le management des firmes occidentales privilégie la codification des connaissances au détriment des relations plus informelles, dans de nombreux travaux de management. En particulier les travaux d'Alice Lam montrent comment ces différences influencent l'approche de l'innovation et les stratégies d'apprentissage qu'ont les firmes (Lam 1998 pour un rappel de ce type de travaux). Néanmoins, en ce qui concerne l'efficacité des firmes japonaises, Nonaka et Takeuchi écrivaient avant la profonde dépression qui a

Plus la connaissance tacite joue un rôle essentiel dans le développement d'une technologie, plus son externalisation risque d'être difficile. En effet, plus une connaissance est facilement codifiable, plus son stockage, sa localisation et son appropriation dans un contexte spécifique sont aisés, sans la participation du sujet qui a développé cette connaissance. Au contraire, la connaissance tacite est personnelle et contextuelle : elle peut difficilement être agrégée et stockée dans des formes objectives et elle ne peut être qu'appropriée par application directe. « La réalisation de son potentiel nécessite la participation active du sujet ayant concouru à son émergence » (Lam 1998, p.7). La création d'un marché pour la connaissance tacite est alors complexe ou impossible à établir car les caractéristiques de la ressource ne sont pas bien spécifiées. Plus le rôle de la connaissance non codifiée est importante dans le développement d'une technologie – on pense en particulier aux nouvelles technologies –, plus les contacts informels, les relations face à face sont essentielles.

L'analyse empirique montre effectivement que l'importance accordée à la connaissance tacite/codifiée diffère selon les secteurs. Le survey PACE sur les grandes firmes européennes de 16 secteurs industriels montrent que les publications demeurent une source essentielle d'accès à la recherche scientifique publique (Arundel et al. 1995). Mais l'acquisition de connaissances tacites – l'importance accordée aux contacts personnels par exemple – est également un moyen essentiel d'accéder à la science. Ce sont évidemment les secteurs des hautes technologies qui accordent le plus d'importance, et aux différents moyens d'accès à la connaissance scientifique, et aux contacts informels.⁴⁵⁹

Du côté des chercheurs académiques, l'importance des contacts informels est également soulignée. A partir d'une étude germano-américaine sur les relations universités-industrie⁴⁶⁰, on peut constater que les professeurs d'universités accordent une plus grande importance à la recherche par collaboration et par contacts informels, qu'aux contrats de recherche. De même, l'organisation de conférences semble plus importante que les publications dans les relations universités-industrie. Le classement est différent selon les disciplines universitaires et les liens

affecté l'économie japonaise sur plus d'une décennie et a eu des conséquences profondes sur les formes d'organisation des entreprises.

⁴⁵⁹ Des résultats similaires sont retrouvés dans les enquêtes innovation réalisées par le SESSI.

⁴⁶⁰ Le survey issu de Ahrhanson et al. (1997), *Technology Transfer Systems in the US and Germany*, National Academic Press, Washington est identique à celui construit par Wesley Cohen, Richard Florida et Richard Goe (1994), « University-industry Research Centers in the United-States », H. John Heinz III School of Public Policy and Management, Carnegie Mellon University. Il s'agit d'un questionnaire demandant aux professeurs d'évaluer l'importance qu'ils accordent aux différentes interactions avec l'industrie (contrats de recherche, contrats

les plus étroits avec l'industrie s'observent dans les champs où l'orientation des recherches est le plus appliquée.

La codification de la connaissance n'est jamais complète (Narula 1999, p.14). Le degré de codification de la connaissance dépend en effet du rapport des coûts et des bénéfices de la codification. Les NTIC ont tendance à modifier la frontière entre connaissances tacites et connaissances codifiées au profit des secondes, rendant la codification moins chère. Cependant, bien que les nouvelles technologies aient diminué le coût de cette codification, la codification de certaines connaissances est trop chère simplement parce que cette information n'est utile que pour un petit nombre d'utilisateurs (Cowan et Foray 1997).

De même, il est possible que les nouvelles technologies deviennent peu à peu des technologies plus matures, avec une codification plus aisée, une moindre proportion des dépenses accordées à la R&D et une externalisation plus facile.

Cependant, avec une vision plus dynamique, il est possible que, dans le cadre de la nouvelle économie de la connaissance, et malgré l'accroissement du stock de connaissances scientifiques et des moyens de le codifier, s'observent une plus grande importance de la connaissance tacite pour l'innovation (Lam 2000) et de nouvelles relations entre connaissance tacite et codifiée. L'accélération du développement et de la diffusion des connaissances, dans certains secteurs au moins, pose alors des questions nouvelles sur les mécanismes – ou les institutions – nécessaires pour faciliter la transmission de cette connaissance entre les partenaires.

Les travaux initiaux de Arrow et Nelson amenaient à reconnaître que la connaissance produite par les activités de R&D comme possédaient certaines caractéristiques génériques des biens publics. Différents éléments interagissent donc (indivisibilités, incertitude, appropriation difficile, externalités et propriétés de bien public) pour produire une situation d'échec du marché et de mécanismes contractuels relativement inopérants. L'absence ou la faiblesse des mécanismes de marché et la distorsion dans les incitations rendent l'allocation des ressources pour l'innovation non Pareto optimale.

Cette approche se base en fait uniquement sur les propriétés informationnelles de la connaissance scientifique et, ce qui en découle logiquement, sur les échecs du marché. D'un

informels, séminaires ou conférences...) selon une échelle de 4 niveaux. Cf. Meyer-Krahmer et Schmosch (1998).

point de vue de politique économique, l'État, qui intervient pour financer la recherche de base, permet ainsi d'accroître l'information (scientifique) économiquement utile. Et cette information, une fois créée, va suivre les canaux traditionnels de diffusion de la science. Les théories évolutionnistes ont étendu cette perspective en justifiant l'intervention publique de l'État au niveau de la science fondamentale par des considérations plus larges qui s'éloignent « de l'intérêt propre des échecs du marché » pour se centrer sur « l'augmentation de la compétitivité et le changement structurel » (Metcalfé 1995 p. 6)⁴⁶¹, à partir d'une théorie de la firme plus complexe impliquant processus d'apprentissage et comportement adaptatif. Comme le souligne Metcalfé à la suite de Stoneman :

« [...] The market failure perspective is remarkably catholic in its prescriptions, market mechanisms may result in firms doing too much or too little innovation, in their innovating too late or too early, and in their generating innovations with 'bad' as well as 'good' characteristics. » (Metcalfé 1994 p. 932).

L'intervention de l'État dans le domaine de la science et de la technologie était donc essentiellement justifiée par le fait que la connaissance ne peut être produite de façon optimale par le simple jeu des marchés concurrentiels. Mais plus récemment, avec la prise en compte de la distinction tacite/codifiée et les nouvelles analyses de la science et de la technologie, les justifications d'intervention de la puissance publique se sont transformées. Cette intervention n'est en effet justifiée que pour la portion non codifiable des connaissances produites par la R&D.

1.2. Les modèles de la croissance endogène

Nous présentons dans un premier temps les principes généraux des modèles canoniques de la croissance endogène (1.2.1.). Nous fournissons ensuite, autour de la critique de « l'effet d'échelle » et des interrogations liées à la dimension optimale du secteur de la recherche, quelques éléments sur la façon dont les relations entre R&D et croissance sont traitées dans ces modèles (1.2.2.). Des modèles plus récents de croissance endogène se sont spécifiquement intéressés au rôle de l'emploi scientifique dans la croissance économique. Nous verrons dans la troisième sous-section comment le marché du travail scientifique est appréhendé par ces modèles qui tentent de lier activités de R&D, emploi scientifique et croissance (1.2.3.). Dans la quatrième et dernière sous-section (1.2.4.), nous tentons de mettre en perspective les

⁴⁶¹ Lundvall (1992), Nelson (1993), Metcalfé (1994, 1995), Edquist (1997).

développements issus du courant de la croissance endogène en signalant les apports et les limites de ces modèles par rapport à la littérature néo-évolutionniste.

1.2.1. Repérages théoriques : les modèles canoniques

Divers modèles de croissance endogène ont vu le jour à partir du modèle canonique de Romer (1986). L'idée de base du modèle de Romer est qu'il existe un phénomène d'apprentissage qui est le résultat d'un investissement endogène, intentionnel et coûteux. Par ces trois qualificatifs on veut simplement signifier que l'accumulation des connaissances se fait, en accord avec les modèles néo-classiques, en réponse aux signaux du marché. Comme le dit Romer lui-même :

« the model here can be viewed as an equilibrium model of endogenous technological change in which long-run growth is driven primarily by the accumulation of knowledge by forward-looking, profit-maximizing agents » (Romer, 1986, p.1003).

Plus précisément, la nouvelle connaissance est supposée être le produit d'une technologie de recherche (ou d'un secteur de recherche) à rendements décroissants.⁴⁶² La connaissance est donc générée de façon interne au modèle par des investissements en R&D. L'originalité du modèle réside dans le fait que la nouvelle connaissance développée par une firme a des externalités positives sur les autres firmes.⁴⁶³ Et, plus important, la production de biens de consommation est une fonction à rendements croissants du stock de connaissances et des autres inputs. Et dans cette fonction de production, la connaissance peut avoir un rendement marginal croissant. Ces trois caractéristiques – externalités, rendements croissants dans la production de l'output, rendements décroissants dans la production de la connaissance – fournissent les bases d'un « competitive equilibrium model of growth » (Romer 1986 p.1004). Cette combinaison du progrès technique et de rendements croissants dans l'utilisation de la connaissance mène à des sentiers de croissance où la croissance par tête est potentiellement infinie.

⁴⁶² On retrouve l'idée développée par Arrow (1962a) mentionnée plus haut.

⁴⁶³ Il s'agit ici de l'idée que la connaissance ne peut être gardée complètement secrète ou complètement brevetée.

Cependant, contrairement à ce qu'avance Romer, son modèle n'est pas véritablement un modèle de concurrence parfaite.⁴⁶⁴ Un des objectifs des modèles développés ultérieurement est de tenter de rétablir les conditions de concurrence tout en conservant une structure de croissance endogène. En effet, comme le souligne Solow (1994 p. 49), la présence de rendements d'échelle croissants n'est pas suffisante pour insuffler une dynamique endogène de la croissance.⁴⁶⁵ Comme le notent de façon synthétique Firth et Mellor (2000, p.1159), il est nécessaire d'exploiter les conséquences de la connaissance analysée comme un bien public.

Avant de poursuivre plus avant, signalons que trois sens principaux⁴⁶⁶ peuvent être attribués au qualificatif « endogène ». Le premier, et probablement le plus proche du sens commun, fait référence au caractère auto-entretenu de la croissance. En effet, les modèles de croissance exogènes seraient incapables d'expliquer la persistance du phénomène de croissance en elle-même, sans recourir à des facteurs externes au modèle. Dans certains modèles de croissance endogène, au contraire, la croissance serait potentiellement infinie (non bornée). Le second renvoie aux modèles qui essaient d'expliquer le phénomène de croissance en recourant aux fonctions de base de la théorie économique (utilité, production). Le troisième, qui pourrait être considéré comme une radicalisation du second sens proposé, considère qu'un phénomène économique est endogène si et seulement si il est intentionnel. Cette notion d'intentionnalité, qu'on retrouve avec force chez Romer (1986), signifie que les agents doivent choisir de consacrer une partie de leurs ressources à tel ou tel phénomène. Le changement technique va ainsi, par exemple, dépendre de la décision d'investissement en R&D des agents.

Du point de vue de la modélisation du changement technologique, Romer (1990) constitue le modèle de base de croissance endogène qui réussit véritablement à obtenir une croissance endogène sans violer les hypothèses de concurrence du paradigme néoclassique. Ce modèle s'appuie sur les techniques déjà développées par Grossman et Helpman (1989) dans le domaine de la théorie du commerce international. Ce modèle reconnaît la différence

⁴⁶⁴ Pour deux raisons : i) la tarification au coût marginal empêcherait en effet de couvrir complètement le coût fixe de l'investissement en R&D et ne permettrait donc pas de générer une rente ; ii) l'appropriation (partielle) des bénéfices de l'investissement en R&D par une firme est possible et potentiellement génératrice d'un pouvoir de monopole largement incompatible avec le cadre néo-classique. Pour plus de précisions, on pourra utilement se référer à Dasgupta et Stiglitz (1988a, b).

⁴⁶⁵ Les premiers modèles de croissance « endogène » qui mettent l'accent sur les rendements croissants sont ainsi qualifiés par Solow de « Domar généralisés ».

essentielle existant entre externalités de connaissance et externalités issues des investissements physiques tangibles. Romer (1990 p.72) « découvre », avec sa troisième proposition, que les idées ne sont pas des biens économiques comme les autres dans la mesure où ce sont des biens pour lesquels il n'existe pas de rivalité entre consommateurs. L'utilisation d'une idée par une personne n'exclut en rien l'utilisation de cette même idée par une ou plusieurs autres personnes. Romer souligne, outre que la connaissance est un bien public particulier pour lequel il n'existe pas de rivalité entre consommateurs, que c'est également un bien partiellement exclusif. La propriété de non rivalité a deux implications pour la théorie de la croissance (Romer 1990 p.75). D'une part, la connaissance peut être accumulée sans limite. Alors que les compétences qu'un individu peut accumuler sont limitées et vont disparaître après sa mort, les connaissances (ou tout bien non rival) créés par un individu – une principe scientifique, un logiciel... – vont continuer d'exister après sa disparition. D'autre part, des effets d'externalités sont directement issus de cette façon de traiter la connaissance. Accumulation des connaissances et rendements d'échelle croissants sont alors intimement liés dans ce type de modèle. Si un bien non rival tel que la connaissance a des effets productifs – si elle entre dans la fonction de production –, les rendements d'échelle constants ne peuvent alors plus s'appliquer. Ce qui change par rapport aux autres modèles de croissance exogène est que Romer (1990) tente d'expliquer le changement technologique par des comportements d'individus optimisateurs, contrairement aux modèles précédents qui considéraient, que l'accumulation des connaissances était, soit exogène au modèle, soit un résultat non intentionnel de l'activité économique.

Plus formellement, appelons, de façon traditionnelle, A le terme de « progrès technique » qui impulse la croissance. Solow (1956) ou Shell (1966, 1967) considèrent A comme un bien fourni de façon exogène par la puissance publique. Si Shell (1967) introduit par exemple un secteur formel de technologie, la décision d'innover n'en demeure pas moins prise par un planificateur, sans réelle structure pour décentraliser la décision d'innovation. Arrow (1962b) a tenté de faire dépendre A des forces du marché à travers un mécanisme de learning-by-doing par lequel un accroissement du stock de capital entraîne nécessairement un accroissement proportionnel du stock de connaissance. Explication de la croissance non satisfaisante car la diffusion des connaissances (l'apprentissage « pur ») est non intentionnelle. De même, on peut considérer que Lucas (1988) fait simplement dépendre A du

⁴⁶⁶ Plus complémentaires que totalement opposés...

stock de capital humain, mais A demeure le résultat d'un effet non intentionnel de la production d'un bien quelconque.

Le modèle « schumpeterien » d'Aghion et Howitt (1992)⁴⁶⁷, qui s'appuie sur la modélisation utilisée dans les modèles de course aux brevets, modélise le processus de destruction créatrice. La croissance y est générée par une succession d'innovations portant sur la qualité des produits se produisant au hasard mais résultant des activités de recherche. Une loi de Poisson détermine l'arrivée des progrès techniques à un taux dépendant du volume de travail affecté aux activités de recherche. Dans ce modèle, on trouve classiquement les externalités technologiques positives (*spill-over effects*, le progrès d'une industrie profite aux autres sans qu'elles en supportent le coût). Mais, des externalités négatives sont également présentes : elles affectant les producteurs soumis à la concurrence de nouveaux entrants disposant de technologies supérieures (*business-stealing effects*) ; les inventions nouvelles rendent obsolètes les précédentes. Ce modèle fournit alors une base formelle à la notion schumpéterienne de destruction créatrice. La vague récente d'innovations peut soit rendre obsolète la précédente, en éliminant la rente technologique qui lui était associée, soit lui être complémentaire, et donc développer cette rente. Nos deux auteurs résument ainsi leur modèle schumpeterien de croissance endogène :

« Growth results exclusively from technological progress, which in turn results from competition among research firms that generate innovations. [...] Research firms are motivated by the prospect of monopoly rents that can be captured when a successful innovation is patented. But those rents in turn will be destroyed by the next innovation, which will render obsolete the existing intermediate good. » (Aghion et Howitt, 1992, p.349).

1.2.2. R&D et croissance économique : effets « d'échelle » et dimensionnement optimal du secteur de la R&D

Quelques développements ultérieurs sont apparus autour de la critique de l'effet d'échelle, présentée dans un premier temps par Jones (1995a), avant d'être modélisée plus complètement par Kortum (1997), Young (1998) et Howitt (1999). Ces auteurs proposent en effet une solution théorique à la présence, dans les premiers modèles de croissance endogène comme ceux de Romer (1990), Aghion et Howitt (1992) et Grossman et Helpman (1991, ch. 3 et 4), de relation entre taille de la population d'un pays et croissance par tête, relation non

observée au niveau empirique. Selon ces premiers modèles, le taux de croissance d'une économie est proportionnel aux dépenses de recherche qui y sont effectuées. Si les ressources affectées à la R&D, mesurées par exemple par le nombre de scientifiques ayant des activités de R&D, double, alors le taux de croissance par tête doit lui aussi doubler. Une plus grande population globale stimule non seulement l'offre potentielle de scientifiques et d'ingénieurs mais également la demande pour de tels services, par l'augmentation du marché qu'elle induit, marché supplémentaire pouvant être capté par un innovateur. L'effet d'échelle résume la combinaison de ces deux facteurs.⁴⁶⁸ Pour résumer, disons que la première vague de modèles constitués par Romer (1990), Grossman-Helpman (1991) et Aghion-Howitt (1992), bien que différents dans leur approche, contiennent donc une caractéristique commune gênante : l'effet d'échelle « croissance » (équation 3 de Jones 1999 p.140). Tout d'abord, le taux de croissance par tête est proportionnel au montant total des dépenses de R&D effectuée dans l'économie. Ensuite, avec une croissance de la population à taux exponentiel, le taux de croissance de l'économie sera lui aussi exponentiel.

Or empiriquement, la relation entre main-d'œuvre scientifique et taux de croissance est loin d'être observée. On aura l'occasion de revenir sur ce point par la suite. Néanmoins, notons immédiatement par exemple que le nombre de scientifiques et d'ingénieurs ayant des activités de R&D aux Etats-Unis est passé de 200 000 au milieu des années 50 à plus d'un million au milieu des années 90⁴⁶⁹. Or, le taux de croissance par tête est loin d'avoir quintuplé... Une réponse simple à ce problème est de reformuler l'équation de R&D pour faire dépendre la productivité totale des facteurs de la part de l'emploi scientifique. Mais cette formulation – proposée par Jones (1995a, équation 3, p. 762) –, si elle élimine bien l'effet d'échelle, n'est pas satisfaisante pour deux raisons. La première est qu'elle pose problème car elle ne respecte pas les fondements microéconomiques de l'activité d'innovation qui spécifient que les nouvelles idées sont découvertes pas les individus de façon à ce que le nombre d'innovations soit inextricablement lié au nombre d'actifs ayant des activités de R&D. Or l'équation 3 proposée par Jones signifie qu'une économie avec une unité de travail

⁴⁶⁷ Il s'agit sans doute de la contribution la plus significative de ces deux auteurs à la littérature sur la croissance endogène. On trouve une présentation extensive de ce modèle dans le chapitre 2 de leur livre (Aghion et Howitt 1998) et une extension du modèle tenant compte de l'accumulation du capital dans le chapitre 3.

⁴⁶⁸ De telles relations proviennent directement du caractère « non rival » de la technologie. En effet, le coût de l'invention d'une nouvelle technologie est indépendant du nombre de personnes qui l'utilise. Ainsi, en gardant constant la part des ressources attribuées à la R&D, une augmentation de la population entraîne un accroissement du changement technique.

peut produire autant d'innovations qu'une économie avec un million d'unités. La seconde raison pour laquelle cette équation n'est pas acceptable est qu'elle ne semble pas être à même de résoudre l'énigme empirique. La part de l'emploi scientifique et technique dans l'emploi total semble également avoir fortement augmenté durant les 50 dernières années. Sur la période allant du milieu des années 50 au milieu des années 90, la part des scientifiques et ingénieurs pour 10 000 actifs est passée de 34 à 74 aux Etats-Unis. En France, de 1963 à 1995, la proportion correspondante est passée de 16 à 60.

De même, en prenant les relations de ces modèles au sens strict, on peut dériver la condition mathématique impliquant que, toutes choses égales par ailleurs, toute croissance de la population (globale) doit amener à une *accélération* du taux de croissance par tête. Dans ces modèles le taux de croissance de l'économie est proportionnel à la taille de la population active. Cela semble également aisément réfuté par les faits. Sur le dernier siècle par exemple, dans les pays développés, la population active a très fortement augmenté sans que soit observée une accélération parallèle des taux de croissance par tête, qui sont restés stables ou ont très légèrement diminué. Cependant, les tests effectués par Kremer (1993) indiquent que cette relation semble validée, sauf pour le XX^{ème} siècle, en remontant aussi loin qu'un million d'années av. J.-C.. Un peu à la manière de Von Foerster, Mora et Amiot (1960) qui estimaient une équation faisant dépendre la croissance de la population de la population elle-même⁴⁷⁰, Kremer estime un premier modèle sur données temporelles⁴⁷¹ avant d'utiliser des données en coupe. Mais laissons Kremer prendre la parole :

« Empirical evidence supports the [endogenous growth] model: through most of history the growth rate of world population has been approximately proportional to the level of population. Moreover, among societies with no opportunity for technological contact, those with greater initial population attained higher technology levels and population densities. » (Kremer, 1993, p.712).

L'aménagement des premiers modèles de croissance endogène pour tenir compte de l'effet d'échelle semble difficile et éloigne alors du véritable caractère endogène des modèles. Jones (1995) soulignait ainsi que :

⁴⁶⁹ National Science Board (2000). Des observations similaires peuvent être faites pour les principaux pays développés.

⁴⁷⁰ Ils arrivaient à la conclusion que leur modèle ajustait de façon satisfaisante les données. Néanmoins, ils concluaient que la population mondiale deviendrait infinie le vendredi 13 novembre 2026...

⁴⁷¹ Commentant la nature de ces données, Kremer (1992 p.682) écrit tout de même : « [...] they are obviously subject to measurement error »...

« eliminating the prediction of scale effects typically alters other implications of the R&D-based growth models ; in particular, eliminating the scale effects induces a return to Solow-like implications for long-run growth » (Jones, 1995a, p.760).

Cet auteur propose, dans ce papier influent, un modèle qu'il qualifie de « semi-endogène » où les innovations sont toujours le résultat d'un effort de R&D coûteux et intentionnel mais où le taux de croissance de l'output par tête à l'état stationnaire est complètement déterminé par les paramètres technologiques et le taux de croissance de la population. Le taux de croissance à l'état stationnaire est alors indépendant du niveau de la population, des préférences et des variables de politique économique.

L'hypothèse commune aux modèles qui tentent de s'affranchir de cet effet d'échelle consiste à dire que le coût d'une innovation croît avec le niveau de développement. Ainsi, pour maintenir le taux de croissance économique constant, il est nécessaire que l'économie fournisse un effort croissant de R&D alors que les opportunités d'investissement se font plus rares. Et, comme dans nombre de modèles de croissance endogène, il est démontré que les rendements décroissants de la R&D constituent une réponse socialement efficace d'une économie de concurrence face à l'augmentation de sa taille. Néanmoins, la plupart des modèles souffrent de nouvelles caractéristiques qui posent problème. Ils prédisent par exemple qu'en régime de croissance stationnaire la part de scientifiques et d'ingénieurs dans la population totale doit être constante. Or, comme nous l'avons écrit plus haut, sur les cinquante dernières années, la part de l'emploi scientifique et technique a fortement augmenté aux Etats-Unis et en France, sans qu'on puisse exclure pour ces deux pays qu'un régime de croissance relativement stationnaire ait été atteint.

Alors que ces modèles éliminent les effets de la taille de la population sur la croissance, ils introduisent un effet (positif) de la *croissance* de la population sur la croissance de l'output par tête. Avec raison, Jones (1999 p.139) souligne ainsi que ces modèles éliminent un effet d'échelle « croissance » au profit d'un effet d'échelle « en niveau ». ⁴⁷² Pour résumer les résultats de la seconde vague de modèles, celle de Jones (1995a), Kortum (1997), Segerstrom (1998), on peut avancer que le taux de croissance de long terme est proportionnel au taux de croissance de la population et que l'intensité de la R&D n'affecte plus le taux de croissance

⁴⁷² C'est notamment le cas de la plupart des papiers ayant pour titre « Growth without Scale Effects », comme Segerstrom (1998), Dinopoulos et Thompson (1998) et Young (1998).

de long terme ; une politique de subvention à la R&D est susceptible d'affecter le niveau de revenu mais plus son taux de croissance de long terme⁴⁷³.

Les derniers modèles, par exemple ceux de Young (1998) et Dinopoulos-Thompson (1998), semblent s'affranchir de ces difficultés. Mais, d'autres éléments peuvent être déplaisants, comme dans le modèle de Young (1998), où il est supposé que l'effet d'un accroissement du rendement des innovations est dissipé à long terme car il est associé à une prolifération de produits plus grande. Les économies de taille plus importantes doivent donc allouer des ressources plus élevées aux processus d'innovations pour maintenir un taux constant de productivité. Si cet artifice permet d'éliminer l'effet d'échelle « croissance », il engendre un effet de politique économique qui s'oppose toujours aux conclusions des modèles initiaux de croissance endogène. En effet, les politiques de subventions à l'innovation vont être inefficaces car leurs effets vont se diluer par la prolifération induite des produits.

D'autres modèles récents se sont plus particulièrement centrés sur les relations entre dépenses en R&D et croissance économique avec la mise en évidence de quelques phénomènes relativement novateurs particulièrement « schumpeteriens ».⁴⁷⁴ C'est par exemple le cas du modèle de Helpman et Trajtenberg (1994) qui montre que les innovations ne peuvent avoir des conséquences économiques importantes que si elles sont *effectivement* mises en œuvre économiquement. Michelacci (2002) montre pour sa part qu'une économie qui alloue trop de ressources au secteur de la recherche – appréhendé à travers le nombre de chercheurs – produit trop d'inventions, inventions gaspillées puisque cette économie ne dispose alors pas de suffisamment d'entrepreneurs pour la mise en œuvre économique de ces inventions. On retrouve ainsi un arbitrage entre les ressources allouées à la recherche et celles qui sont allouées aux entrepreneurs⁴⁷⁵. Un résultat intéressant est que les processus d'innovations peuvent souffrir, soit d'un manque d'effort en termes de recherche, soit d'un

⁴⁷³ Pour une analyse des effets des politiques économiques dans les modèles de croissance endogène, voir García-Peñalosa (2002).

⁴⁷⁴ On se rendra compte, à la lumière des quelques exemples qui vont suivre, que les différents courants de la littérature évoqués jusqu'ici, bien que forts différents dans leurs méthodologies, le sont beaucoup moins quant à leurs conclusions et aux phénomènes qu'ils mettent en évidence. C'est particulièrement le cas des *nouveaux* modèles de la croissance *endogène* qui s'efforcent de *démontrer*, sous les hypothèses néoclassiques, l'existence de très nombreux phénomènes déjà présents initialement chez certains auteurs de l'économie classiques anglaise, ou chez Schumpeter et Marshall, ou bien encore chez certains auteurs plus récents – mais qui leurs sont antérieurs – du courant évolutionniste.

⁴⁷⁵ Sans ironie déplacée, on pourrait dire que, pour être efficace, le processus d'innovation doit donc reposer sur une combinaison d'inventeurs inventifs et d'entrepreneurs entreprenants...

manque de compétences entrepreneuriales. Les résultats de cette formalisation peuvent aisément prendre appui sur différents exemples issus de l'analyse historique des innovations dans un sens comme dans l'autre. La civilisation islamique du XII^{ème} siècle n'aurait ainsi pas su développer suffisamment de nouvelles idées alors qu'elle avait réussi à appliquer brillamment le stock des connaissances de son époque. A l'inverse, d'autres sociétés telles que la société Romaine ou Grecque se seraient effondrées par manque d'esprit d'entreprise.⁴⁷⁶ Les estimations réalisées (Michelacci 2002, tableau 1, p.21) sur le nombre de brevets américains déposés sur la période 1950-90, comme proxy du nombre d'innovations, montrent que la relation entre nombre d'innovations et effort de recherche est concave, « en bosse ». De plus, il est montré que le montant « d'entrepreneuriat » dans l'économie – mesuré par la population des entrepreneurs individuels – exerce un effet positif sur le taux d'innovation de l'économie.

Ce modèle généralise en quelque sorte les conclusions de travaux précédents – ceux par exemple de Tirole (1990), Aghion et Howitt (1992) – qui notaient que l'effort de recherche peut être trop important et en conséquence avoir des conséquences négatives sur la croissance économique. Ce type de modèles peut servir à illustrer des faits stylisés des systèmes d'innovation. Le modèle français investirait ainsi beaucoup en recherche fondamentale mais serait relativement peu efficace pour transformation cette recherche de base en innovations.

Cependant, la plupart des estimations telles que celles proposées par Jones et Williams (1998 et 1999), montrent l'existence d'un sous-investissement en R&D par rapport au niveau qui serait socialement optimal. Jones et Williams (1998) trouvent, par l'estimation des taux de rendements de la R&D dans le cadre d'un modèle de croissance endogène, que les dépenses en R&D optimales sont au moins quatre fois supérieures à leur niveau actuel. Jones et Williams (1999), qui calibrent un modèle de croissance endogène, suivant en cela Stokey (1995), montrent que cette économie décentralisée fictive produit en général un sous-investissement en R&D,

« unless the equilibrium real interest rate is extremely high and the magnitude of congestion effects is very large » (Jones et Williams, 1999, p.21).

Ces résultats ne diffèrent pas largement des multiples exercices de décomposition de la croissance et en particulier ceux qui tentent de déterminer l'impact de la R&D, et plus

⁴⁷⁶ A ce propos, voir le livre déjà cité de Mokyr (1990).

spécifiquement de la recherche fondamentale, sur la croissance économique ou sur la productivité.

Adams (1990) explique ainsi la croissance de la productivité dans les secteurs manufacturiers par le stock de connaissances disponibles (propre et issu des phénomènes d'externalités) et par l'emploi de scientifiques et d'ingénieurs. Le stock de connaissances disponibles pour chaque secteur est construit à partir du nombre de publications mondiales dans neuf principaux champs (Adams 1990 p. 682). Cet article se situe donc dans la tradition « informationnelle » de la science, qui considère, comme nous l'avons souligné plus haut, la connaissance scientifique comme un bien ayant les propriétés d'un bien public. Il parvient à deux conclusions essentielles. D'une part ses estimations montrent qu'il existe un délai (de 20 à 30 ans) entre le stock de connaissance et la croissance de la productivité. D'autre part, il établit que le déclin de la croissance de la productivité dans les années 70 pourrait s'expliquer, autour de 15%, par le déclin du stock de connaissances disponibles qui s'est produit durant la seconde guerre mondiale.⁴⁷⁷

1.2.3. Pourquoi les scientifiques et ingénieurs ne contribuent pas significativement à la croissance économique ?

Plusieurs interrogations ont vu le jour récemment pour savoir pourquoi le taux de croissance par tête de l'économie américaine, et plus généralement des pays de l'OCDE, n'a pas augmenté dans la période récente. Ces interrogations sont apparues alors qu'on assistait à un retour en force des thèses néoclassiques sur la nature « exogène » de la croissance. Mankiw, Romer et Weil (1992) montraient ainsi par exemple que le modèle de croissance à la Solow-Swan avec progrès technique exogène et rendements décroissants parvenait à mieux expliquer les différences de revenu par tête entre pays que les modèles de croissance endogène. Les trois auteurs voulaient ainsi réhabiliter le modèle de Solow où, comme ils l'affirmaient eux-mêmes en préambule, « this paper takes Robert Solow seriously » (p.407). Plus loin, ils continuaient en affirmant :

« Overall, the findings reported in this paper cast doubt on the recent trend among economists to dismiss the Solow growth model in favor of endogenous-growth models [...]. » (idem, p.408).

⁴⁷⁷ Même s'il avance deux explications alternatives, il penche pour l'effet temporaire du déclin de l'activité académique. Les deux autres raisons avancées étant une augmentation de la concurrence et « a true permanent fall in the value of science » (Adams 1990 p. 699).

Ils reconnaissaient malgré tout que :

« This conclusion does not imply, however, that the Solow model is a complete theory of growth [...]. Not does it imply that endogenous-growth models are not important » (ibid.).

Mankiw, Romer et Weil évaluent empiriquement les prédictions d'un modèle de Solow standard en utilisant les données multi-pays *Penn World Tables* construites par Summers et Heaton (1988). Ils parviennent à la conclusion que les données sont compatibles avec les prédictions du modèle de Solow de base (*textbook Solow model*), notamment que le niveau de revenu par tête à l'état stationnaire de long terme est positivement corrélé avec le taux d'épargne et négativement corrélé avec le taux de croissance de la population active. Néanmoins, avec ce modèle de base, la part du capital dans le revenu des facteurs est estimée à 0.60 alors que la valeur généralement estimée est d'un tiers. Pour résoudre ce problème, les auteurs proposent un modèle de Solow « augmenté du capital humain » dans lequel le capital humain entre dans la fonction de production de la même manière que les facteurs traditionnels, capital et travail. Les conclusions des auteurs sont alors sans appel : « the results in Table II strongly support the augmented Solow model » (idem, p.421). Le modèle de Solow « augmenté du capital humain » parvient alors à expliquer 78 % de la variance des revenus nationaux par tête.

De nombreux économistes reprennent ce thème à leur compte. Les régressions sur les taux de croissance entre pays effectuées par Barro et Sala-i-Martin (1995) montrent la présence de β -convergence, ce qui serait davantage conforme au modèle néo-classique de base qu'aux modèles de la croissance endogène. Barro et Sala-i-Martin montrent ainsi par exemple que le Solow augmenté est compatible avec les vitesses de convergence internationale entre pays mais également entre régions des Etats-Unis, du Japon et d'un certain nombre de pays européens. Young (1994 et 1995) montre par ailleurs que le succès économique de certains pays d'Asie du Sud Est – avant la crise asiatique de 1997 – tient davantage à la croissance des facteurs – capital et travail – qu'à une augmentation de la productivité. C'est également le cas d'Evans (1996, 1998) qui note que la dispersion des revenus par habitant des pays développés n'a pas eu tendance à augmenter sur la période d'après-guerre, contrairement à ce que prédiraient certains modèles de croissance endogène, mais qu'au contraire ces pays ont plutôt eu tendance à avoir des sentiers de croissance parallèles davantage en conformité avec un modèle à la Solow-Swan à technologie mondiale identique. Un certain nombre de généralisations du modèle de Solow a ensuite été proposé

toujours dans la perspective de le rendre davantage conforme avec la réalité⁴⁷⁸ ou de confronter ces prédictions avec les modèles de croissance endogène. Sur ces différents points, Howitt (2000) répond par la construction d'un modèle de croissance endogène qui offre un certain nombre de caractéristiques qui le rendent compatibles avec les quelques réfutations avancées ci-dessus.⁴⁷⁹ Ces thèmes ont plus généralement été développés, comme le soulignent Klenow et Rodriguez-Clare (1997), dans un contexte où le nombre de modèles théoriques disponibles dans la littérature pour expliquer la croissance est élevé alors que les tests empiriques pour réconcilier théorie et faits sont relativement peu nombreux⁴⁸⁰, et ceci bien que les avancées n'aient pas été négligeables notamment au niveau de la constitution de bases de données macroéconomiques compréhensibles et facilement exploitables comme celles de Maddison (1995).

Revenons à notre discussion en reprenant l'énigme posée par Jones (1995a, b), qui va nous permettre d'éclairer notre propos et d'introduire une dimension plus internationale à ces modèles basés sur la R&D : pourquoi l'augmentation du nombre de scientifiques et d'ingénieurs aux Etats-Unis, et plus généralement dans la plupart des pays développés, après-guerre ne s'est-elle pas traduite par une augmentation du taux de croissance par tête ? Plusieurs réponses ont été avancées. Nous en exposerons deux, celle de Todo et Miyamoto (2001) et celle de Jones (2002).

En effet, sur les 125 dernières années aux Etats-Unis, le taux de croissance par tête a été en moyenne de 1,8% par an et est demeuré, de façon assez surprenante, particulièrement stable. La modélisation économétrique la plus appropriée est d'ailleurs d'utiliser un simple modèle de trend temporel pour expliquer l'évolution du niveau du revenu par tête ; le graphique 1 de Jones (1995b, p. 498) qui représente l'évolution du PIB par tête de 1880 à 1987 aux Etats-Unis et son trend ajusté, est très clair à cet égard puisqu'il montre l'existence de seulement deux ruptures – les effets de la crise de 1929 et le rattrapage dû à la seconde

⁴⁷⁸ Sur ces questions voir Klenow et Rodriguez-Clare (1997) et la réponse de Jones dans le même volume de NBER Macroeconomics Annual. Consulter également les références fournies dans le papier très complet de Durlauf et Quah (1998). Pour voir où en est la question, lire Bernanke et Gürkaynak (2001).

⁴⁷⁹ Chaque camp affirme en effet détenir le « vrai » modèle de la croissance économique. Cela a été clairement affirmé par Philippe Aghion lors de la douzième école d'été de l'*European Economic Association* à laquelle j'ai participé (12th Summer School of the European Economic Association-4th IZA European Summer School in labour economics, lac d'Ammersee, Buch, Allemagne). Cf. : http://www.iza.org/index_html?mainframe=http%3A//www.iza.org/en/webcontent/events/4thSummerSchool/

⁴⁸⁰ Pour une présentation et une évaluation des travaux économétriques, voir Durlauf (2000).

guerre mondiale –, ruptures qui se sont approximativement compensées.⁴⁸¹ Stabilité surprenante compte tenu des transformations majeures ayant affecté les économies contemporaines dans les cinquante dernières années. Soulignons-en deux. D'une part, l'accumulation du capital humain a été particulièrement forte ; le niveau moyen d'éducation de base et plus généralement le niveau de qualification se sont ainsi fortement accrus. D'autre part, le développement des connaissances a beaucoup progressé. La « recherche de nouvelles idées » s'est ainsi intensifiée. Une des mesures possibles de cette intensification est la part de la population active travaillant en tant que personnel scientifique et technique. Avec une telle définition et avec les données de la NSF, Jones (2002, p. 226) calcule ainsi que la part de scientifiques et ingénieurs ayant des activités de R&D dans le total de la population active, pour le G5, est passée de moins de 0,2 % en 1950 à près de 0,8 % en 1995, soit un facteur multiplicatif de quatre. Pour les USA, le facteur correspondant est d'un peu plus de trois.

Todo et Miyamoto (2001) suggèrent, en reprenant l'idée que la connaissance est géographiquement localisée et que sa diffusion est coûteuse⁴⁸², que la croissance du nombre de scientifiques et d'ingénieurs a entraîné une hausse du nombre d'heures consacrées à la diffusion internationale de la connaissance, temps de travail non productif en termes d'innovations. Sur ces prémisses, ils construisent un modèle de croissance endogène « classique » en y intégrant une fonction de coût pour la diffusion de la connaissance entre pays, fonction qui dépend des ressources humaines qui y sont consacrées et dans le pays émetteur, et dans le pays récepteur.

Jones (2002), qui étudie les sources de la croissance américaine sur les 50 dernières années, reprend ces thèmes en élargissant la problématique avec, plus particulièrement, une intégration spécifique de l'éducation dans son modèle. Ce papier reprend la plupart des idées exposées dans les modèles de croissance endogène et tente de les appliquer dans un exercice de calibrage d'un modèle de croissance. La croissance est déterminée à long terme par la mise en œuvre des idées découvertes à travers le monde. A long terme, le stock d'idées est proportionnel à l'effort de recherche fourni au niveau mondial, lui-même proportionnel à la population totale des pays innovateurs. L'effet d'échelle associé à la non rivalité des connaissances opère donc ici à un niveau global. Les résultats montrent que la croissance

⁴⁸¹ Les calculs identiques de Jones (2002 p.221) sur une période très légèrement plus longue montrent que le taux de croissance moyen du PIB par habitant aux Etats-Unis a été de 1.75 % de 1870 à 1929 et de 1.95 % de 1950 à 1994.

⁴⁸² Au niveau empirique on peut se référer aux travaux de Jaffe et Trajtenberg (plusieurs années).

économique américaine entre 1950 et 1993 peut être décomposée en trois facteurs. L'augmentation du niveau d'éducation explique près d'un tiers de la croissance par actif alors que l'intensité de la R&D conduite dans les pays du G5 explique environ 50 % de la croissance. La troisième composante, associée à la croissance de l'emploi dans la zone du G5, n'aurait alors fourni que 10 à 20 % de la croissance observée. In fine, en dépit des résultats de la période 1950-93 qu'il fournit, Jones parvient à la conclusion qu'à long terme la croissance économique est inextricablement liée à la croissance de la population mondiale, conclusion peu différente des modèles de croissance exogènes, et en un certain sens bien malthusienne.⁴⁸³

Laissons Jones s'exprimer sur ce point :

« This exercise raises questions about the future of U.S. and world economic growth. On the one hand [...] it is possible for the rise in research intensity to continue for some time into the future, both as the market for ideas continues to expand and as the share of the world's population that is sufficiently skilled to push the technological frontier forward continues to rise. Still, it is important to recognise that this situation is unsustainable. In the long run, these changes must come to an end, and when this happens, U.S. growth rates can, ceteris paribus, be expected to fall considerably. » (Jones, 2002, p.235).

Permettons nous quelques remarques sur l'impact de l'augmentation du nombre de scientifiques et d'ingénieurs sur la croissance. Si au niveau théorique à l'aide des derniers modèles de croissance endogène un lien peut être établi entre part de l'emploi scientifique et technique et croissance de long terme – par l'intermédiaire de la dynamique des connaissances que l'emploi scientifique permet – il est évident qu'au niveau empirique les difficultés ne peuvent que s'accumuler. Chez Jones (2002), l'indicateur de part des actifs ayant des activités de R&D dans l'emploi total est probablement biaisé à la baisse et contient sans doute des erreurs de mesure importante. En effet, selon la définition retenue et mentionnée plus haut, moins de 1% de la population active satisfait à ce critère dans le G5 et aux Etats-Unis ; la population exclue de cette catégorie, et ayant malgré tout des activités génératrices d'innovation, est certainement importante. Ainsi, même si on assiste à un facteur multiplicatif de trois ou quatre sur cinquante ans de ce taux, il est probable qu'un certain « bruit » perturbe les données et que les erreurs de mesure sont grandes par rapport à des taux si faibles... Néanmoins, reconnaissons que l'auteur se situe dans le long terme – disons même, le très long terme – et qu'il raisonne sur des faits stylisés pour une économie considérée globalement.

⁴⁸³ Même s'il prend la précaution de noter, de façon sibylline, que ses conclusions ne sont valides que « toutes choses égales par ailleurs »...

Plus généralement le calibrage d'un modèle qui présuppose intrinsèquement que le stock de connaissances, qui détermine la croissance économique, est proportionnel à la part de l'emploi scientifique ne pouvait conclure qu'à une très forte contribution de cette main-d'œuvre affectée à des activités de R&D à la croissance économique, et qu'à très long terme, la progression de la proportion de l'emploi scientifique dans la population active ne pouvant se poursuivre indéfiniment, le seul déterminant ultime de la croissance qui demeurera est la population globale. Jones (2002, p.227) reconnaît lui-même d'ailleurs que son modèle est proche des modèles très néoclassiques à la Solow (1956), David (1977) ou Mankiw, Romer, Weil (1992).

Néanmoins l'apport de ces réflexions est d'élargir à l'économie internationale les flux de connaissances et d'analyser leur impact sur la croissance des différents pays. L'effort est à notre avis prometteur car les externalités de connaissances au niveau international peuvent être une des explications de la croissance qui n'ont pas encore été étudiées de façon approfondie. Dans ce sens, les flux de main-d'œuvre scientifique pourraient accélérer la diffusion internationale des connaissances et avoir ainsi un impact important sur la dynamique de croissance des économies.

On pourrait avancer qu'il existe également, comme dans le cas de l'impact des nouvelles technologies sur la croissance, un effet retard de l'augmentation du nombre de scientifiques et d'ingénieurs sur la croissance, effet qui va se manifester dans les décennies à venir.

On voit donc que R&D, main-d'œuvre scientifique et croissance semblent intimement liées. Il en est de même, dans quelques développements récents de la littérature, pour éducation, progrès technique et croissance économique. De façon assez générale, les différents facteurs qui sont susceptibles d'expliquer la croissance économique semblent se rapprocher, de façon plus ou moins explicite, du concept de connaissance, envisagée dans son acception plus évolutionniste que néo-classique. La contribution de l'éducation à la croissance économique⁴⁸⁴ a été initialement analysée, dans un cadre de modèle de croissance « endogène », par Lucas (1988) et Stokey (1991), qui s'appuient sur des développements antérieurs d'Uzawa (1965). Dans ces modèles, le niveau de l'output est fonction du niveau de capital humain. A long terme, une croissance auto-entretenu n'est donc possible que si le

⁴⁸⁴ Une revue de la littérature sur les liens entre éducation, R&D et croissance économique peut être trouvée dans Basdevant (2002).

capital humain croît indéfiniment. C'est pourquoi le concept de capital humain utilisé semble être plus proche de celui de connaissances que de celui de compétences, et s'éloigne des mesures traditionnellement utilisées pour mesurer le niveau d'éducation telles que le nombre d'années d'éducation. Une façon de ramener les modèles à la Uzawa-Lucas vers des terrains plus familiers est de supposer, comme le font Bils et Klenow (2000), que la qualité de l'éducation s'accroît dans le temps. Même si le niveau d'éducation moyen est constant, le stock de capital humain disponible peut augmenter, par l'accroissement de sa qualité, et ainsi générer de la croissance, sans que les autres bénéfices de l'augmentation des « connaissances » (ou du progrès technique) n'interviennent ici.

Même si dans la plupart des modèles de croissance endogène le stock de capital est exogène, Redding (1996) et Acemoglu (1997)⁴⁸⁵ modélisent des individus qui investissent dans l'éducation alors que les firmes investissent en R&D. Ces modèles essaient de combiner les deux grands volets initiaux de la littérature sur la croissance endogène, R&D vs. capital humain. Dans certaines configurations (selon les valeurs des paramètres), ces modèles génèrent des équilibres multiples car les décisions des firmes et des individus sont en fait interdépendantes. Un équilibre de « faible formation, faible qualité » peut ainsi apparaître dans lequel le faible niveau de qualification et le faible taux d'innovation résultent en fait d'un manque de coordination.⁴⁸⁶ A l'inverse un équilibre élevé de formation, supérieur en termes de bien être, peut également apparaître.

« The 'high-skills' equilibrium Pareto dominates its 'low-skills' counterpart, and an economy in a 'low-skills' equilibrium will enjoy a lower level and rate of growth of per capita income. Which equilibrium is selected depends entirely upon agents' expectations » (Redding, 1996, p.469).

La disponibilité de compétences appropriées est un facteur déterminant dans les décisions d'adoption d'une technologie ou dans l'appropriation d'une innovation.⁴⁸⁷

⁴⁸⁵ Le modèle présenté par Acemoglu (1997) n'est pas un modèle de croissance endogène mais s'inscrit dans le courant de littérature récent qui étudie les décisions d'investissement et les choix éducatifs dans une économie où le marché du travail est caractérisé par des frictions et des processus de « recherche », ainsi que de divers travaux qui étudient l'existence d'équilibres multiples en macroéconomie.

⁴⁸⁶ Dans les termes légèrement anachroniques de Finegold et Soskice (1988) on pourrait dire que cet équilibre résulte en fait d'une fatalité systémique. Cet état, dans lequel la Grande-Bretagne se trouvait, est décrit comme « a self-reinforcing network of societal and state institutions which interact to stifle the demand for improvements in skill levels » (Finegold et Soskice, 1988, p.22).

⁴⁸⁷ Acemoglu (1997) ne fait aucune référence à la capacité d'absorption des firmes – et aux nombreux travaux qui y font référence. Il se contente de signaler simplement le travail de Hashimoto (1991) dans lequel cet auteur

Acemoglu (1997) reprend ces idées et les formalisent dans un modèle où innovation et marché du travail sont intimement liés :

« My analysis will establish not only that innovation decisions will be distorted due to labour market imperfections, but also that the interaction of innovation and training decisions leads to an amplification of inefficiencies and to a multiplicity of equilibria » (Acemoglu, 1997, p.446).

Intuitivement, on peut noter que les compétences sont plus valorisées par les firmes qui sont innovatrices. L'anticipation de salaires pour les travailleurs qualifiés dépendent donc du nombre de recruteurs possibles i.e. du nombre d'innovateurs. De façon similaire, les profits futurs espérés des employeurs dépendent de la façon dont leurs employés ont été formés. Quand un plus grand nombre d'entreprises adopte une innovation, les travailleurs anticipent des salaires plus élevés liés à leurs qualifications et investissent plus en formation, et les profits de la technologie nouvelle en sont alors augmentés. La profitabilité de l'innovation et de la formation augmente avec « l'épaisseur »⁴⁸⁸ du marché du travail pour la main-d'œuvre qualifiée. Le manque d'investissement en capital dans les pays en développement peut être attribué, comme le faisait déjà Rosenstein-Rodan (1943) lors de son étude sur les problèmes d'industrialisation de l'Europe de l'Est et du Sud-Est, au manque de qualification de la main-d'œuvre.⁴⁸⁹ Mais, il est également possible, avec le modèle d'Acemoglu (1997) de montrer que la main-d'œuvre n'est pas suffisamment qualifiée par manque d'investissement.

Romer (2000), sans fournir de modèles à l'appui⁴⁹⁰, souligne que les modèles de croissance basés sur la R&D peuvent informer sur les orientations en matière de politique de l'éducation. En effet, dans ces modèles, la croissance est déterminée par la quantité d'inputs utilisés pour la R&D, et pas simplement par les dépenses de R&D. Selon lui, les incitations à la R&D vont être relativement inefficaces si elles ne parviennent pas à inciter les chercheurs et ingénieurs à développer de nouvelles connaissances. Un des moyens d'augmenter l'effet des dépenses de R&D sur la croissance économique serait d'accroître les salaires de la main-

signale que l'efficacité de l'appropriation des nouvelles technologies par les firmes japonaises est attribuable à leurs stratégies de formation.

⁴⁸⁸ « Thickness of the market for trained labour » (ibid.).

⁴⁸⁹ « The first task of industrialisation is to provide for training and 'skilling' of labour [...]. The automatism of laissez-faire never worked properly in that field. It broke down because it is not profitable for a private entrepreneur to invest in training labour. There are no mortgages on workers – an entrepreneur who invests in training workers may lose capital if these workers contract with another firm. » (Rosenstein-Rodan, 1943, p. 205).

⁴⁹⁰ Des idées assez générales sont développées tout au long de ce papier. Au niveau empirique, quelques éléments sont donnés sur le marché du travail scientifique aux Etats-Unis, sans analyse économétrique.

d'œuvre scientifique pour encourager davantage d'individus à devenir scientifiques ou ingénieurs. Les effets de l'intervention en faveur de la R&D doivent alors être soutenues et complétées par différentes mesures de politique éducative visant à accroître l'offre « d'inputs » de recherche et pas seulement la demande pour de tels inputs.

1.2.5. Une réévaluation des thèmes de l'économie de la connaissance ou une vision réductrice de vieux thèmes d'économie politique ?

Nous nous livrons dans cette section à une brève évaluation de l'apport des modèles de croissance endogène à la compréhension des mécanismes économiques et plus spécifiquement à l'analyse des thèmes de l'économie de la connaissance ; nous qualifions par cette expression les apports historiques des économistes et les différents apports de la littérature néo-évolutionniste dont quelques résultats ont été présentés dans la section I.

Comme nous venons de le voir, le nombre de travaux se référant à la croissance endogène durant les quinze dernières années a été extrêmement élevé. L'enthousiasme suscité par ces modèles semble en général avoir été à la hauteur du nombre d'articles publiés, et comme l'écrit Mankiw, « Like many theories, the theory of endogenous growth has its place but has been oversold by its advocates. » (Mankiw, 1995, p.300).

L'avancée des modèles de croissance endogène réside plus particulièrement dans la modélisation du progrès technologique intégrée sous forme (plus ou moins) endogène à la théorie de la croissance. Mais comme le note Solow (1994, p.51), il demeurera toujours des éléments irréductiblement exogènes dans les processus de R&D.⁴⁹¹ La production de nouvelles technologies n'est alors pas seulement affaire d'inputs et d'outputs et les processus d'innovation sont seulement partiellement endogènes. Hahn (1998) va plus loin encore dans l'analyse critique qu'il fait de la contribution des théories endogènes de la croissance à la compréhension des mécanismes de la croissance quand il affirme qu'il est absolument nécessaire de maintenir des éléments exogènes.

Les théories de la croissance endogène parviennent à intégrer quelques notions schumpeteriennes mais l'essentiel demeure néo-classique, et basé sur une macro-économie à individu représentatif. Comme le reconnaissent Grossman et Helpman, « Most of the

contributors to the new literature on innovation-based growth have adopted a general equilibrium perspective. » (Grossman et Helpman, 1994, p.34). C'est cette (tentative d') intégration de concepts schumpeterines dans des modèles néo-classiques qui a été le plus délicat et pose le plus de problèmes. En effet, analysées sous un angle critique, l'apport des modèles de croissance « endogène », débarrassés de leur appareillage mathématique, peut sembler assez limité.

Sur le plan du rôle des externalités et des effets des rendements croissants – aussi bien pécuniaires que technologiques –, des travaux bien antérieurs s'y étaient intéressés, au premier rang desquels se trouvent ceux d'auteurs tels qu'Alfred Marshall et Allyn Young (1928)⁴⁹² ; même si dans leurs ouvrages il s'agit plutôt d'exposition d'idées que de présentation de modèles, et encore moins de modèles mathématiques. Young soulignait, par exemple, ainsi l'importance des rendements croissants pour la croissance :

« It is a point of controversy, but I venture to maintain that under most circumstances, though not in all, the growth of population still has to be counted a factor making for a larger per capita product - although even that cautious statement needs to be interpreted and qualified. But just as there may be population growth with no increase of the average per capita product, so also, as I have tried to suggest, markets may grow and increasing returns may be secured while the population remains stationary. » (Young, 1928, p.536).

Au-delà des implications strictes des rendements croissants pour la croissance économique, de nombreux économistes tels que Mike Spence, Avinash Dixit, Joe Stiglitz, Kelvin Lancaster, Elhanan Helpman, Steve Salop, Brian Arthur⁴⁹³, Paul Krugman, Paul David, ont développé le concept de rendements croissants dans différents modèles de concurrence monopolistique, parfois appliqués à la théorie du commerce international. Les effets des rendements croissants – en termes d'irréversibilités, d'économies d'échelle, de dépendances « de sentier » ou de dynamique non linéaire – ont depuis parfois été synthétisés sous le terme « d'économie Qwerty » en particulier dans la littérature sur l'économie des

⁴⁹¹ La logique interne au développement de la connaissance est en partie externe à la logique économique. Les abandons ou les succès inattendus de telle ou telle piste de recherche en sont des exemples évidents. Il est alors illusoire de vouloir « endogénéiser » complètement la dynamique de l'innovation.

⁴⁹² Il s'agit bien d'Allyn Abbott Young (et non d'Alwyn Young)...

⁴⁹³ Krugman, dans un article féroce du *New Yorker* du 14 janvier 1998, s'en prend à l'idée, idée notamment précédemment développée par le livre de 1992 de Mitchell Waldrop, *Complexity: The Emerging Science at the Edge of Order and Chaos*, que Arthur, professeur à l'université de Stanford, aurait été un pionnier dans la « découverte » des rendements croissants mais qu'il aurait été mis au ban de la profession en dépit de son idée révolutionnaire. La première version de son papier daterait de 1983 mais il n'a été publié qu'en 1989. Voilà une nouvelle légende d'Arthur...

réseaux⁴⁹⁴ (David 1985, 1986). On retrouve dans ce papier l'essentiel des thèmes ultérieurement développés sur la dépendance de sentier et l'importance de l'histoire, thèmes souvent repris dans les théories évolutionnistes. Par exemple, Paul David souligne que :

« Historical accidents can neither be ignored, nor neatly quarantined for the purpose of economic analysis; the dynamic process itself takes on an essentially historical character. » (David, 1985, p.332).

Dans son article, il montre comment le clavier QWERTY s'est imposé à la fin du XIXème. Sholes, Glidden et Soule ont déposé un brevet en 1867 pour ce qui allait devenir six ans plus tard la machine à écrire QWERTY.⁴⁹⁵ Alors que cette disposition des lettres s'est faite par hasard, ce système s'est cependant imposé très rapidement, à partir du milieu des années 1890, comme un standard aux Etats-Unis, donnant ainsi naissance à une irréversibilité alors que certains claviers dont la dispositions des lettres est différente se montraient bien plus efficaces.⁴⁹⁶ Mais la mise en place d'un système technique de production complexe basé sur le QWERTY – dont les entreprises, les acheteurs mais également les dactylographes et les entreprises de formation à la dactylographie font partie – a progressivement imposé ce système. Paul David explique ainsi les trois ingrédients essentiels qui ont donné naissance à la « QWERTY-nomics » :

« Touch-typing gave rise to three features of the evolving production system which were crucially important causing QWERTY to become “locked in” as the dominant keyboard arrangements. These features were technical interrelatedness, economics of scale, and quasi-irreversibility of investment. » (idem, p.334).

Cependant, cette vision de l'importance des phénomènes d'irréversibilités est encore loin d'être partagée même (ou surtout ?) par des économistes proches des thèmes de la croissance endogène (David 1999).

⁴⁹⁴ Les phénomènes de *lock-in* sur un « mauvais » standard, dont la cause se situe dans l'existence de d'interrelations, de quasi-irréversibilités et d'économies d'échelle, sont très nombreux dans les économies en réseau.

⁴⁹⁵ la disposition des lettres ayant été essentiellement déterminée pour des raisons commerciales car elle permettait aux vendeurs de taper « type writer » d'une seule main et à grande vitesse pour impressionner le client.

⁴⁹⁶ Les arrangements de lettres brevetées par Dvorak et Dealey en 1932 (le DSK, Dvorak Symplified Keyboard) battaient tous les records du monde de vitesse de frappe. La marine américaine avait ainsi montré durant les années 40 que l'efficacité supplémentaire tirée du clavier DSK amortirait le coût supplémentaire de la formation des dactylographes au bout de leurs dix premiers jours d'activité.

Section II. Le système d'innovation français en perspective : quelques faits stylisés

Après ces quelques développements théoriques, il est temps d'analyser le système d'innovation sous un angle plus empirique à la lumière des principaux indicateurs de la science et de la technologie et d'études plus qualitatives.⁴⁹⁷

Dans une première section (2.1.), nous montrons, à l'aide de quelques éléments de comparaison internationale sur les dépenses, les sources de financement et les secteurs d'exécution de la R&D, les spécificités du modèle français d'innovation.

Dans une seconde section (2.2.), nous proposons une brève mise en perspective des performances scientifiques et technologiques françaises.

La section 2.3. présente quelques données, françaises et internationales, sur la main-d'œuvre scientifique et technologique

Enfin, une étude plus approfondie des liens science-industrie est entreprise dans la section 2.4.

2.1. Les dépenses de R&D : mesures et implications

Cette première sous-section est à vocation macroéconomique et internationale. Quelques concepts et quelques données de base sont tout d'abord présentés pour fournir un panorama global des activités de R&D au niveau mondial (2.1.1.). Les sources de financement (2.1.2.) et les secteurs d'exécution (2.1.3.) de la R&D sont ensuite analysés plus précisément. Enfin, nous étudions quelques spécificités de la R&D française (2.1.4.).

⁴⁹⁷ La plupart des indicateurs sont extraits des données de l'OCDE standardisées. Malgré les progrès de la standardisation des statistiques relatives à la science et à la technologie, de nombreux biais et de nombreuses imperfections demeurent tant la diversité des systèmes nationaux d'innovation est grande ; ces difficultés rappellent celles que nous avons mis en évidence dans le chapitre 1 lors de l'étude de la mobilité internationale des scientifiques (section « 1.2.2.1. Quelques brèves considérations historiques et statistiques », p. 45). Mais, faute d'informations statistiques plus satisfaisantes, nous devons nous contenter de ces données, comme le fait la plupart des études quantitatives sur le sujet. Pour des statistiques plus spécifiquement françaises, on renverra le lecteur aux nombreuses publications de l'OST, notamment aux rapports bi-annuels, Science & Technologie indicateurs (OST 1998, 2000, 2002).

2.1.1. Dépenses intérieures de recherche et développement : éléments de comparaisons internationales

Pour effectuer des comparaisons internationales en matière de recherche et développement, nous utiliserons la dépense intérieure en R&D de chaque pays. La DIRD sera soit présentée en valeur absolue, et donc exprimée en dollars courants en parité de pouvoir d'achat, soit présentée en valeur relative, auquel cas le ratio DIRD / PIB sera utilisé. Pour suivre les évolutions dans le temps, des séries de DIRD déflatées (dollars constants, PPA) pourront aussi être employées. Les séries de DIRD sont les séries internationales calculées par l'OCDE selon les normes du manuel de Frascati de 1993.

Selon ces définitions, les pays de la zone OCDE ont consacré 553 milliards de dollars (courants, PPA) aux dépenses de recherche et développement en 1999, soit 2,21 % du PIB de la zone (Tableau 104). L'Union Européenne représente 28,3 % de ce total pour une dépense moyenne par unité de PIB de 1,86 %.. Les dépenses en recherche et développement de la zone OCDE sont fortement concentrées dans quelques pays. Les six pays qui ont la R&D la plus élevée de la zone contribuent à hauteur de 86 % du total des dépenses de R&D de la zone. De même, l'Allemagne, la France, le Royaume-Uni et l'Italie représentent à eux quatre 73.7 % des dépenses de R&D de l'Union Européenne.

La France contribue à hauteur de 5,2 % à la dépense intérieure de recherche et développement de l'OCDE⁴⁹⁸, après les USA (43.9 %), le Japon (17 %), l'Allemagne (8.5 %) et la Chine (6.7 %).

La France occupe une position intermédiaire, juste en dessous de la moyenne de l'OCDE, en considérant la part du PIB consacrée à la R&D. Seuls quelques pays économiquement très développés (Suède, Finlande) consacrent plus de 3 % de leurs PIB à la R&D. Parmi les pays du G7, la France arrive en quatrième position, après le Japon, les Etats-Unis et l'Allemagne.

⁴⁹⁸ En 1999, dernières données disponibles. Dépenses de R&D évaluées en millions de dollars courants, en parité de pouvoir d'achat.

Tableau 104. Dépenses de R&D dans la zone OCDE en 1999.

	DIRD (millions de dollars, PPA)	Part de la DIRD dans le total OCDE (en %)	DIRD / PIB (en %)
USA	244699	43.9	2.65
Japon	95085	17.0	2.93
Allemagne	47574	8.5	2.44
Chine	37614	6.7	0.83
France	29240	5.2	2.19
Royaume-Uni	25463	4.6	1.87
Corée du Sud	18543	3.3	2.47
Canada	14727	2.6	1.83
Italie	13830	2.5	1.03
Russie	10784	1.9	1.01
Taiwan	9570	1.7	2.05
Pays-Bas	8395	1.5	2.05
Suède	7756	1.4	3.80
Australie (a)	6842	1.2	1.50
Espagne	6375	1.1	0.89
Belgique	5025	0.9	1.98
Finlande	3752	0.7	3.22
Autriche	3646	0.7	1.83
Mexique	3301	0.6	0.40
Danemark	2969	0.5	2.06
Turquie	2636	0.5	0.63
Pologne	2496	0.4	0.75
Norvège	2140	0.4	1.70
République Tchèque	1751	0.3	1.25
Singapour	1532	0.3	1.87
Portugal	1269	0.2	0.76
Irlande (a)	1084	0.2	1.39
Hongrie	776	0.1	0.69
Grèce (a)	721.7	0.1	0.51
Roumanie	573	0.1	0.41
Slovénie	480	0.1	1.51
République Slovaque	402	0.1	0.68
Iceland	170	0.0	2.32
UE	157641	28.3	1.86
Total OCDE	557683	100.0	2.21

Source : OECD Science and Technology Database 2001. Notes : données en million de dollars PPA. Nos calculs pour la colonne 2. (a) : données de 1998.

La diversité dans les intensités des dépenses de R&D se retrouve en considérant la DIRD par habitant (Tableau 105). La France occupe également, avec cet indicateur, une position intermédiaire dans la hiérarchie des pays de l'OCDE. Les Etats-Unis et le Japon ont une DIRD par habitant bien plus élevée, respectivement à la première et troisième place.

Tableau 105. DIRD par habitant (dollar courant, PPA, 1999).

	DIRD / hab		DIRD / hab		DIRD / hab
Etats-Unis	896.3	Autriche	450.6	Portugal	127.2
Suède	875.5	Taipei chinois	435.9	Grèce	102.9
Japon	750.6	Royaume-Uni	427.9	Hongrie	77.1
Finlande	726.5	Corée	395.7	Rép. slovaque	74.5
Islande	613.6	Singapour	387.7	Féd. de Russie	74.1
Allemagne	579.6	Australie	365.3	Pologne	64.6
Danemark	558.0	Irlande	296.1	Turquie	40.0
Pays-Bas	531.1	Slovénie	241.6	Mexique	33.9
Belgique	491.6	Italie	239.9	Chine	29.9
France	486.1	Nelle-Zélande	200.0	Roumanie	25.5
Canada	483.0	Rép. tchèque	170.3	UE	418.2
Norvège	479.6	Espagne	161.7	OCDE	502.0

Source : OECD Science and Technology Database 2001.

Une estimation des dépenses de R&D fondamentale est disponible pour quelques pays de l'OCDE et pour quelques années.⁴⁹⁹ La distinction traditionnelle entre les trois types de R&D – recherche de base, recherche appliquée, développement – résulte directement de la description fournie par les modèles linéaires d'innovation. Les découvertes scientifiques issues de la recherche fondamentale mènent à des recherches plus appliquées pour aboutir finalement à un développement de nouveaux produits, procédés ou services.⁵⁰⁰ La France allouerait environ 0,53 % du PIB en faveur de la recherche de base en 1999 – à la seconde place de l'OCDE juste derrière la Suisse, qui, avec un taux de 0,8 % se détache du peloton de pays qui la suivent –, contre 0,50% pour les USA et 0,36 % pour le Japon.

Sur les deux dernières décennies, les dépenses de R&D de la zone OCDE se sont accrues de façon continue, à l'exception de la période 1991-94. Depuis le milieu des années 1990, une accélération des dépenses de R&D est observée, essentiellement attribuable à la forte croissance des dépenses de R&D aux Etats-Unis. La R&D aux Etats-Unis est ainsi

⁴⁹⁹ Il est impossible de retracer sur un graphique les évolutions concernant la recherche de base tant les ruptures dans les séries sont nombreuses.

⁵⁰⁰ Le caractère simplificateur de cette typologie est souvent remis en cause sans que des mesures plus adaptées soient fournies pour remplacer cet ancien modèle du processus d'innovation. Dans *Science and Engineering Indicators* (National Science Board 2000) on peut lire notamment que « The old distinction between basic and applied research has proven politically unproductive and no longer reflects the realities of the innovation process » (p.2-29).

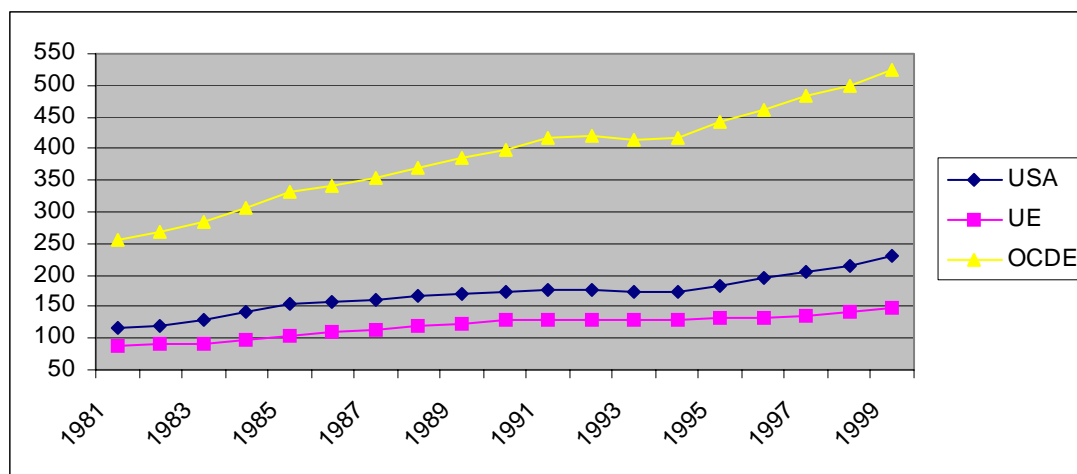
passée de 169.2 à 264.2 milliards de dollars de 1994 à 2000, ce qui représente, en termes réels, une croissance annuelle moyenne de 6 %.⁵⁰¹

Néanmoins, cette croissance de la R&D américaine « sans précédent » est à relativiser compte tenu du décalage conjoncturel qui caractérise l'UE et les Etats-Unis. En effet, les dépenses de R&D sont pro-cycliques et on peut penser qu'une progression plus importante des dépenses de R&D de l'UE sera observée dans un contexte conjoncturel plus favorable.⁵⁰² De même, les USA qui représentaient 47 % du total des dépenses en R&D de la zone OCDE en 1981, en représentent aujourd'hui 43,9 %, après être passé par un point bas à 42,0 % en 1994. Le taux de croissance moyen des dépenses totales de R&D dans la zone OCDE sur la période 1981-99, calculé sur la série en dollars constants PPA, a été de 4 % par an. Dans la zone OCDE, certains pays ont des taux de croissance particulièrement élevés en matière de dépenses en R&D ces dernières années. Néanmoins, il s'agit de pays à faible volume de R&D et qui contribuent peu à la R&D totale de la zone OCDE. Sur la décennie 1990, les plus fortes croissance de la R&D en volume ont ainsi été observées en Irlande, au Mexique, en Islande, Finlande et Corée du Sud.

⁵⁰¹ Payson et Jankowski (2000) intitulent leur papier « Six years of unprecedented R&D growth ». Dans la dernière livraison de *Science and Engineering Indicators*, on peut également lire : « The United States is spending more money on R&D than ever before » (National Science Board 2000, p.2-7).

⁵⁰² C'est pourquoi certaines évolutions présentées dans des publications de l'OCDE comme particulièrement défavorables à l'UE doivent être relativisées. Il en est ainsi par exemple des taux de croissance présentés dans le *Science, Technology and Industry Scoreboard* de 2001. En effet ceux-ci sont calculés sur la période 1991-99. Or 1991 constitue la fin du cycle conjoncturel ascendant pour l'Europe et un creux conjoncturel aux Etats-Unis. 1999 est le début d'un cycle conjoncturel plus favorable pour l'UE et l'apogée de la phase ascendante américaine.

Figure 36. Dépenses de R&D en milliards de dollars constants PPA (1981-99).



Source : OECD Science and Technology Database 2001.

La dépense nationale de recherche et développement (DNRD), qui correspond au financement par des entreprises ou administrations françaises de travaux de recherche réalisés en France ou à l'étranger, est estimée à 200,4 MdF pour l'année 2000 (PLF 2002).⁵⁰³ Le ratio DNRD/PIB est de 2,17 % du PIB en 2000, en baisse par rapport à 1999 où ce ratio était de 2,21 %.

La dépense intérieure de recherche et développement (DIRD), qui représente l'ensemble des travaux de recherche et développement exécutés en France quelle que soit l'origine de leur financement, se serait élevée 197,8 MdF. Une baisse continue du poids de la DIRD dans le PIB est observée depuis le milieu des années 90 (à la notable exception de 1999), après une longue progression durant les années 80.⁵⁰⁴ La même évolution se retrouve dans la plupart des grands pays industrialisés. Le début des années 90 a marqué une rupture dans l'évolution à la hausse du ratio DIRD/PIB pour de nombreux pays de l'OCDE. De 1990 à 1999, la part du PIB consacré aux dépenses de R&D est ainsi passée de 2.29 % à 2.21 % pour la zone OCDE dans son ensemble, avec un point bas en 1994.

Depuis 1995, seuls les Etats-Unis – tout au moins parmi les « grands » pays industrialisés – semblent entrevoir une nouvelle croissance de ce ratio. Le Japon bénéficierait

⁵⁰³ Les statistiques qui suivent sont extraites de l'annexe 'Etat de la recherche et du développement technologique' au rapport sur le projet de loi de finances (plus connus sous le nom de "les jaunes", i.e. les documents budgétaires jaunes).

⁵⁰⁴ Il est à noter que durant les années 1970, la DIRD oscillait de 1,7 à 1,9 % du PIB.

également d'une certaine hausse de l'intensité en R&D depuis 1996 ; néanmoins le marasme économique dans lequel ce pays se trouve depuis 1997 laisse à penser que la hausse du ratio est plutôt attribuable à une diminution du dénominateur qu'à une hausse du numérateur.

Dans les pays de l'Union Européenne, on observe un déclin de la part du PIB consacrée à la R&D depuis le début des années 1990, même si une certaine reprise peut être constatée en fin de période. Les grands pays européens contribuent de façon importante à ce recul du ratio DIRD/PIB. Entre 1990 et 1999, ce ratio diminue respectivement de 0,18, 0,31, 0,26 et 0,29 points de pourcentage pour la France, l'Allemagne, l'Italie et le Royaume-Uni.

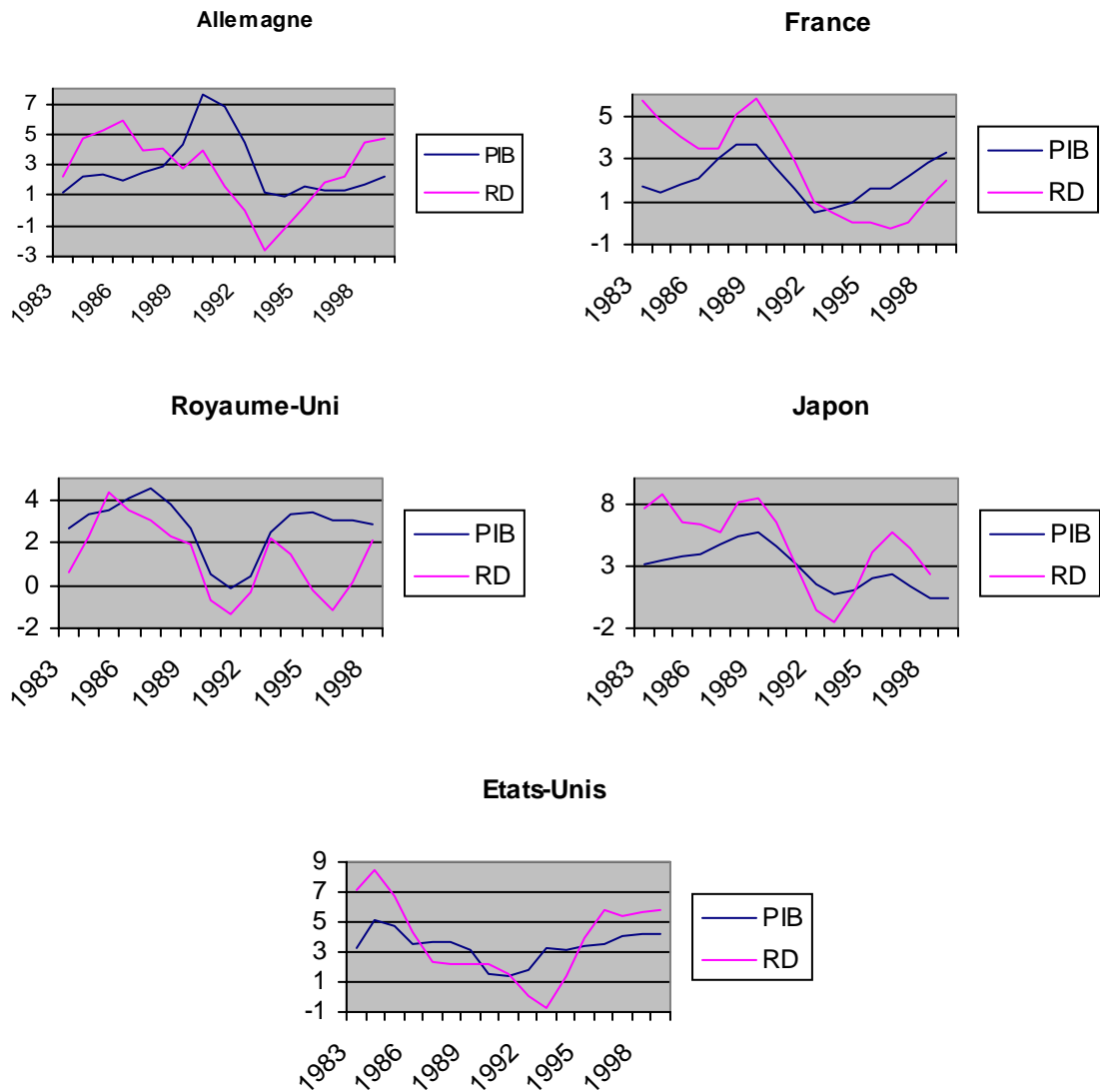
Les estimations de dépenses de R&D civiles rapportées au PIB modifient quelque peu cette vision des choses. L'Allemagne et le Japon ont alors des ratios plus élevés (respectivement 2,4 et 2,8 %) que la France, les Etats-Unis ou le Royaume-Uni (respectivement (2,0 %, 2,4 % et 1,6 %).⁵⁰⁵

Le calcul de taux de croissance annuels sur séries détrendées du PIB et de la DIRD montre que les deux séries sont assez intimement liées (Figure 37). La série de DIRD offre en général une plus grande volatilité que le PIB et est « en retard » par rapport à cette dernière.⁵⁰⁶

⁵⁰⁵ Le secret qui entoure les dépenses militaires rend difficile toute évaluation précise...

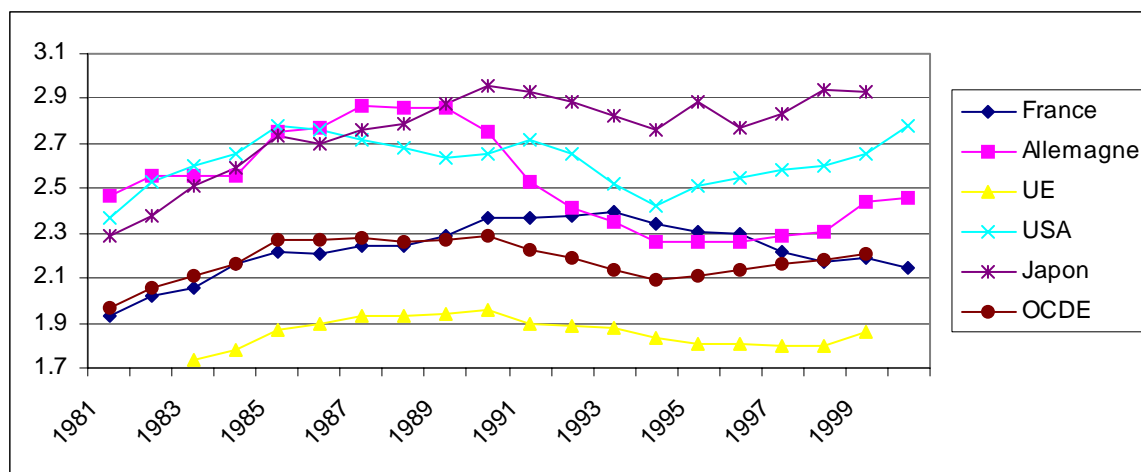
⁵⁰⁶ Comme l'est en général la série de FBCF des entreprises. L'OFCE s'est beaucoup intéressé à ces questions depuis sa création et particulièrement depuis un numéro spécial de 1993 de la revue de l'OFCE (anciennement *Observations et diagnostics économiques*) qui présentait les cycles conjoncturels « d'hier et d'aujourd'hui » (OFCE 1993).

Figure 37. Taux de croissance annuels du PIB et de la DIRD dans cinq pays (séries détrendées, 1983-99).



Source : OECD 2001. Notes : nos calculs. Taux de croissance annuels calculés sur une série en moyenne mobile sur trois années.

Figure 38. Dépense intérieure de R&D en % du PIB



Source : OECD Science and Technology Database 2001.⁵⁰⁷

2.1.2. Les sources de financements de la R&D

Les sources de financement de l'effort de R&D sont regroupées en quatre principaux secteurs : entreprises, administrations (y compris enseignement supérieur⁵⁰⁸), institutions et reste du monde (extérieur).

Avec ce découpage, le secteur des entreprises apparaît aujourd'hui comme la source majeure de financement des dépenses intérieures de R&D dans la zone OCDE, fournissant 63,1 % de ce financement en moyenne (Figure 39). Le secteur public finance pour sa part 29,6 % des dépenses de R&D. Dans environ un tiers des pays de la zone, le secteur public demeure la source majeure de financement de la R&D. Dans l'UE, 56 % du financement provient du secteur privé contre respectivement 72 % et 68 % pour le Japon et les Etats-Unis, la France se situant juste dans la moyenne européenne. Le Royaume-Uni constitue un cas assez particulier. En effet, 49,4 % des dépenses de R&D sont financées par les entreprises, 27,9 % sont financées sur crédits budgétaires alors que 17,6 % le sont par l'étranger. Au cours des années 1990, la part de financement attribuable au secteur privé s'est accrue aux Etats-Unis, d'une

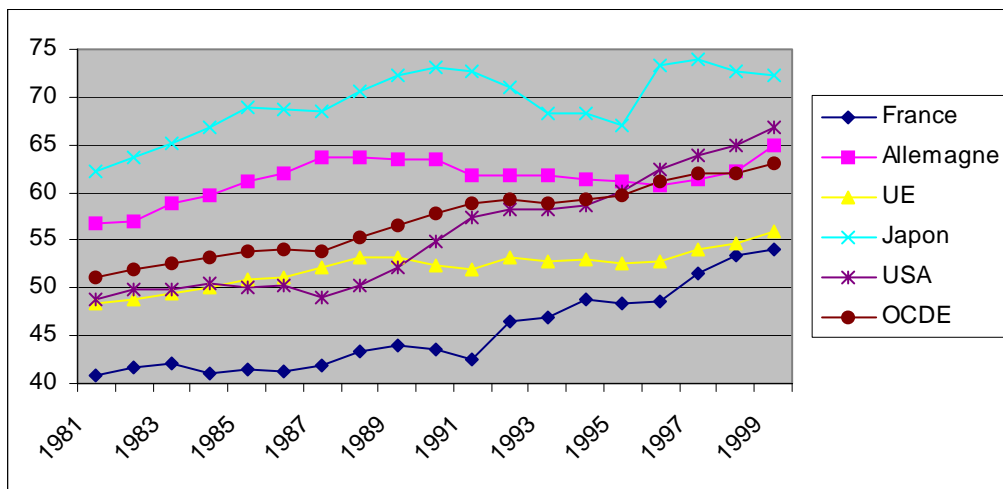
⁵⁰⁷ Certaines ruptures dans les séries incitent à la prudence quant à l'interprétation des fluctuations observées, prudence à ajouter à celle plus coutumière inhérente à toute comparaison internationale particulièrement dans le champ de l'innovation et de la technologie. Néanmoins, sur la période considérée, les séries renseignent sur les tendances observées.

⁵⁰⁸ Pour faciliter les comparaisons internationales il est en effet judicieux de regrouper les sources de financement provenant de l'enseignement supérieur dans l'ensemble des administrations.

façon moindre en Europe, et est restée stable au Japon.⁵⁰⁹ Les sources de financement de la DIRD française, plus précisément retracées dans la Figure 40, suivent à grands traits les mêmes évolutions.

Les efforts budgétaires relatifs consacrés à la R&D peuvent être mesurés à l'aide de la part de la R&D financée par le secteur public dans le PIB. Avec une telle définition, la France consacrait, en 1999, 0,81 % de son PIB aux crédits budgétaires en faveur de la R&D, contre 0,65 % en moyenne pour l'OCDE. Les USA y consacraient 0,75 %, le Royaume-Uni 0,52 % et le Japon 0,57 %. On retrouve globalement les mêmes évolutions qu'avec les autres grands indicateurs, à savoir une diminution de l'effort budgétaire en faveur de la R&D durant les années 1990. Mais, cette diminution des crédits budgétaires pour la R&D rapportés au PIB⁵¹⁰ est principalement due à la diminution des crédits publics de R&D accordés à la défense, tout au moins pour les pays qui y consacrent une part significative de leurs dépenses.

Figure 39. Proportion de financement de la DIRD par les entreprises (1981-99, %)

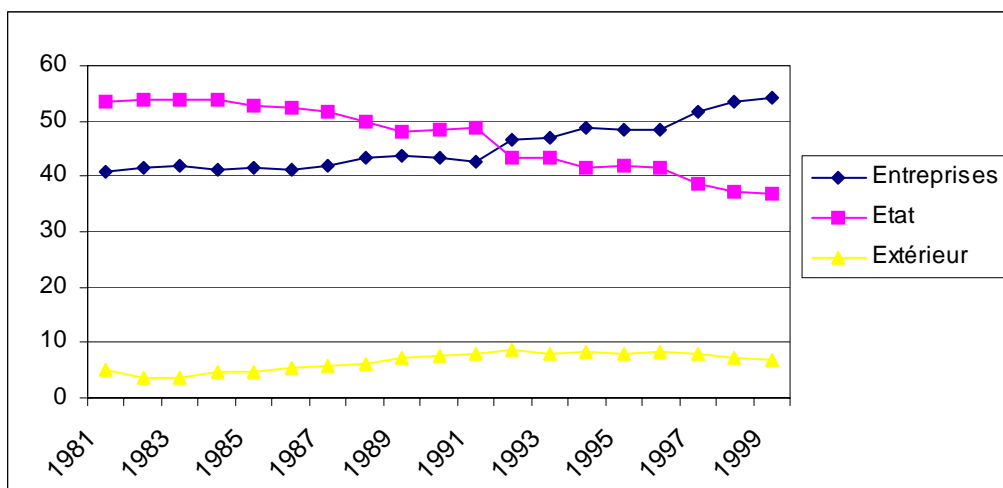


Source : OECD Science and Technology Database 2001.

⁵⁰⁹ Une partie de ces évolutions est attribuable à la baisse des dépenses de R&D réalisées par le secteur militaire pour les États-Unis et la France.

⁵¹⁰ Ce que Etzkowitz et Webster (1998, p.35) appellent « an erosion of the grants economy within which [academic institutions] have traditionally operated ».

Figure 40. DIRD par source de financements (France, 1981-2000 en %)



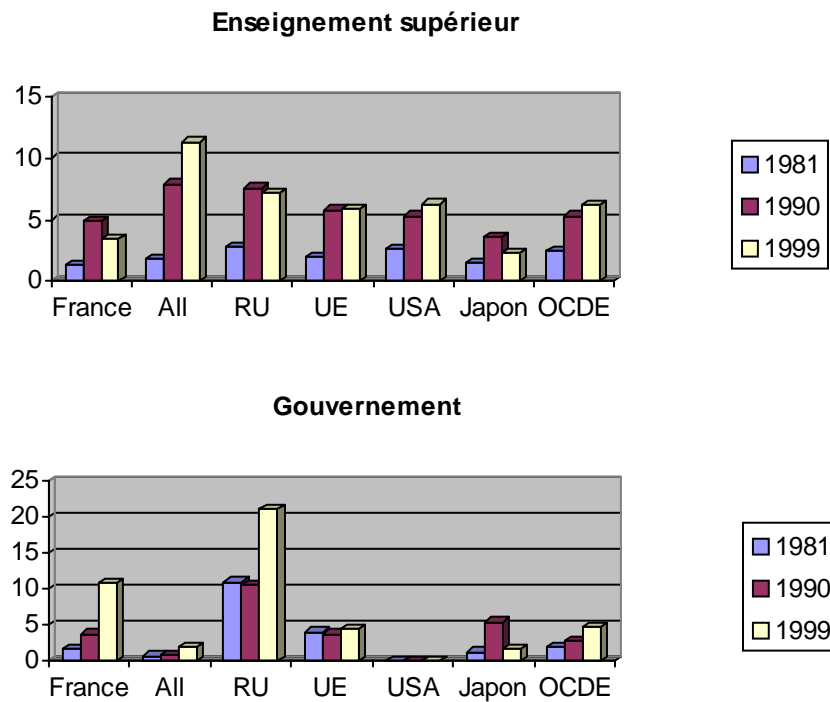
Source : OECD, Science and Technology Database (2001).

La part de la R&D exécutée par les administrations publiques et financée par les entreprises demeure faible dans la plupart des pays de l'OCDE, même si elle est en augmentation. En 1998, le secteur privé a financé 6,1 % et 4,1 % de la R&D conduite respectivement par l'enseignement supérieur et par les autres administrations publiques (Figure 41).

Le financement des dépenses de R&D de l'enseignement supérieur est proche de la moyenne de l'OCDE pour les Etats-Unis et l'Union Européenne, la France étant significativement en dessous de ce niveau.

Le financement des dépenses de R&D du gouvernement par le secteur privé est légèrement inférieur à celui de l'enseignement supérieur dans la majorité des pays de l'OCDE. Toutefois, le cas des USA est extrême puisque aucun financement ne vient du secteur privé pour la R&D gouvernementale.

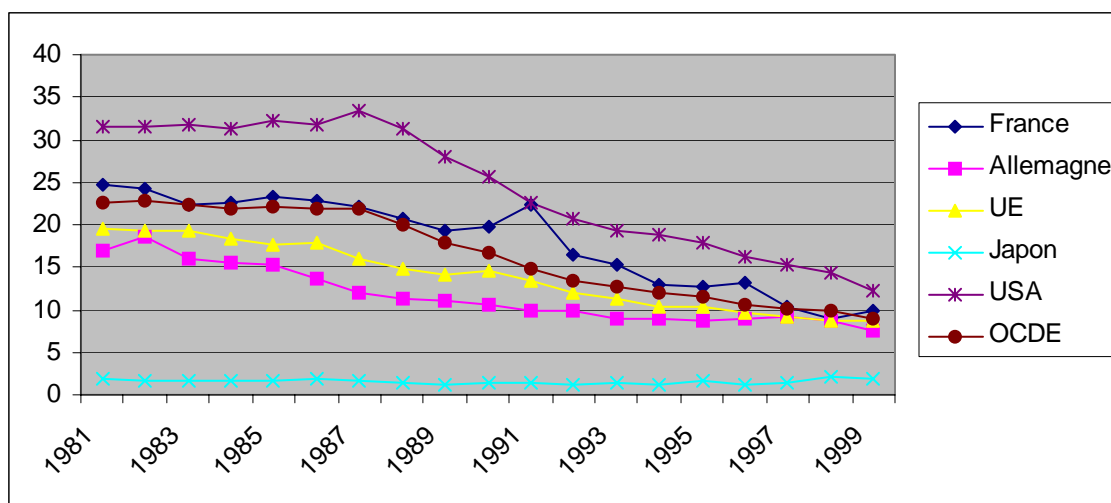
Figure 41. Proportion de la R&D de l'enseignement supérieur et du gouvernement financée par les entreprises (%)



Source : OECD (2001b).

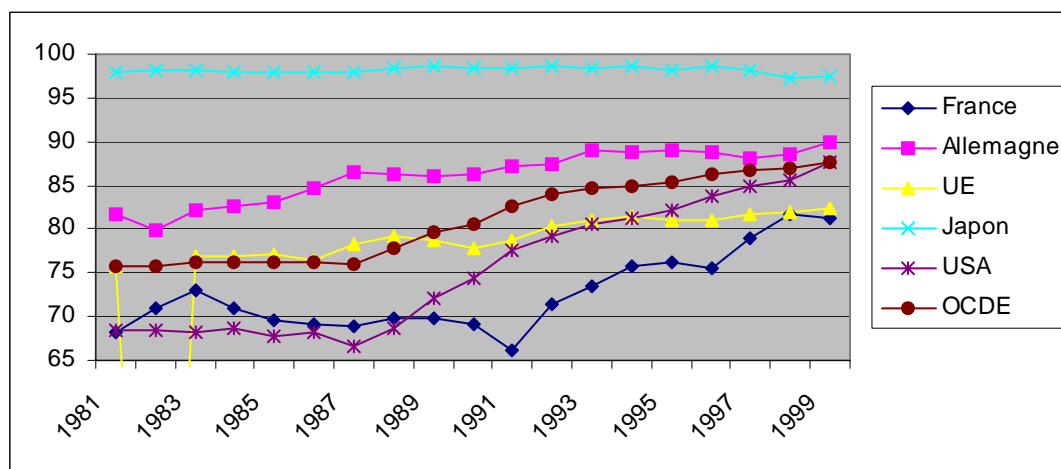
La part de la DIRDE financée par les administrations publiques a progressivement diminué depuis le début des années 80 dans la plupart des pays étudiés ici. A l'inverse, la part de la DIRDE financée par les entreprises elles-mêmes s'est progressivement accrue.

Figure 42. Proportion de la DIRDE financée par les administrations publiques (% , 1981-99)



Source : OECD 2001.

Figure 43. Proportion de la DIRDE financée par les entreprises (% , 1981-99)



Source : OECD (2001b).

La R&D réalisée pour la défense est essentiellement concentrée dans trois pays de la zone OCDE. En 1999, le budget américain de R&D pour la défense représentait 0,45 % du PIB des Etats-Unis. Les chiffres correspondants pour le Royaume-Uni et la France sont respectivement de 0,26 % et 0,22 %. Les USA concentrent donc 80 % de la dépense de R&D pour la défense de la zone OCDE (contre 6 % pour la France et 6% pour le Royaume-Uni). Les dépenses de R&D militaire des Etats-Unis représentaient plus de sept fois celles de la France en 1999 (SIPRI 2000). Les fonds publics attribués à la R&D en matière de défense

sont particulièrement importants dans ces trois pays. La part des crédits de R&D pour la défense dans le total des crédits budgétaires publics de R&D était de 53 %, 38 % et 22 % respectivement pour les USA, le Royaume-Uni et la France.

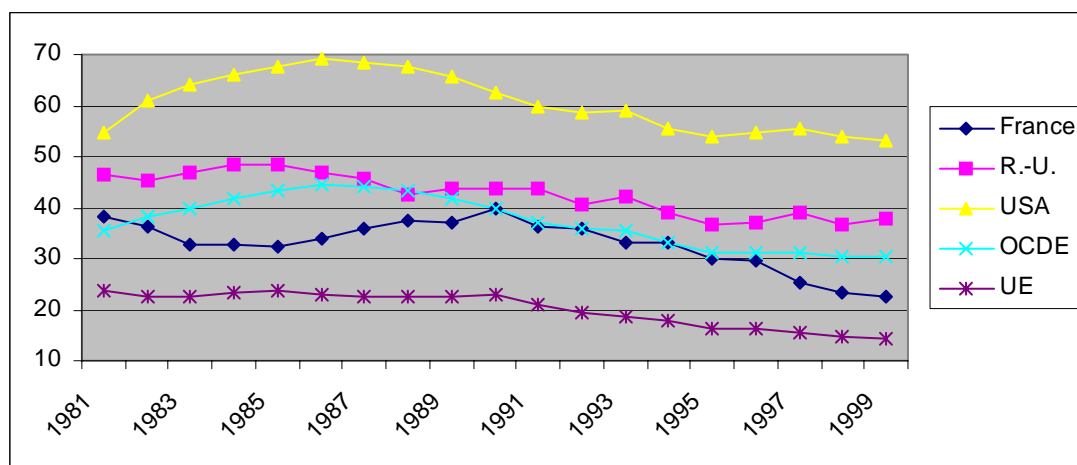
Dans la plupart des pays de l'OCDE, la part du PIB consacrée à la R&D pour la défense ainsi que la part des crédits publics de R&D utilisés pour la R&D militaire ont décliné à partir du début des années 1990, en liaison avec la diminution des dépenses militaires. La part des crédits budgétaires attribués à la R&D militaire dans le total des crédits publics accordés à la R&D est ainsi passée, entre 1990 et 1999, de 62 % à 53 % aux Etats-Unis, de 44 % à 38 % au Royaume-Uni et de 40 % à 23 % en France.

Sur les vingt dernières années, trois périodes peuvent être distinguées dans le développement des industries militaires françaises (Serfati 2001). La première, du début des années 80 à 1990, se caractérise par un déploiement important de ces industries. Les dépenses intérieures et les exportations contribuent à cette importante augmentation du chiffre d'affaires qui passe d'environ 60 à 120 milliards de francs. De 1991 à 1995, une forte baisse des dépenses militaires est observée. Les exportations diminuent sur les deux premières années mais sont compensées par une progression des dépenses intérieures. De 1993 à 1995, dépenses intérieures et extérieures se combinent pour expliquer la forte baisse du chiffre d'affaires réalisé par les industries militaires françaises. L'année 1996 marque le début de la troisième période où le fort développement des exportations, organisé par les gouvernements successifs, compense la baisse des commandes gouvernementales.

Le financement de la R&D militaire pèse donc lourdement dans le financement total de la R&D pour quelques pays. En calculant le poids du financement public civil dans les dépenses de R&D civiles, il est possible d'avoir un nouvel éclairage des politiques publiques des différents pays en faveur de la R&D. Le financement public de la DIRD civile n'est alors plus que de 21,2 % pour les Etats-Unis, 24,8 % pour le Royaume-Uni et 26,2 % pour le Japon.⁵¹¹ La France et l'Allemagne financeraient quant à elles un tiers de la R&D publique sur crédits budgétaires publics, alors que le ratio correspondant pour l'Italie dépasserait 50 %.

⁵¹¹ Calculs et retraitements effectués par la DPD/C3 et présentés dans Bonneau et Weisenburger (2000). Néanmoins, les comparaisons internationales ne permettent pas d'aller plus loin et de savoir quels sont les bénéficiaires des crédits militaires et pour quels montants.

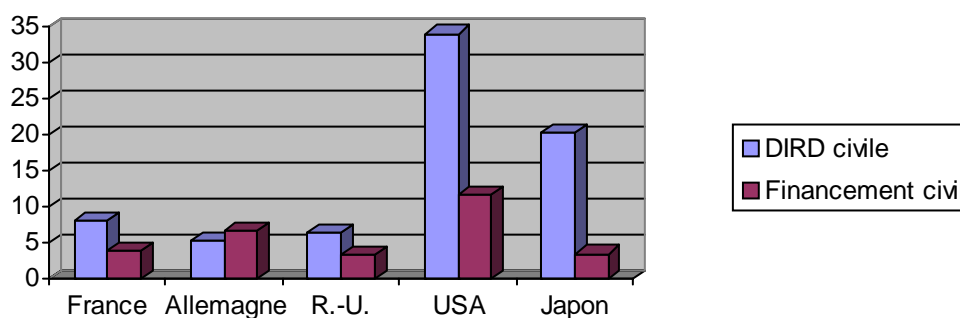
Figure 44. Proportion des crédits de R&D pour la défense dans les crédits budgétaires publics de R&D (%)



Source : OECD Science and Technology Database 2001.

Au-delà de la diminution des crédits militaires à la R&D, le financement public civil de la R&D civile a également diminué. Entre 1992 et 1998, la croissance des dépenses en R&D civile est supérieure à celle des financements publics civils de cette R&D. Le mouvement est particulièrement marqué aux USA où la DIRD civile progresse de 34,1 % alors que le financement public civil n'augmente que de 11,7 % sur la période considérée (Bonneau et Wiesenburger 2000).

Figure 45. Évolution de la DIRD civile et du financement civil entre 1992 et 1998 (%)



Source : Bonneau et Wiesenburger (2000).

La période de hausse des dépenses de R&D observée jusqu'en 1993 en France correspond à une hausse absolue de la part de financement des administrations et des

entreprises dans le PIB.⁵¹² La période de baisse de la DIRD d'après 1993 est quant à elle attribuable à un recul absolu plus important de la DIRD des administrations.⁵¹³ La part relative de la DIRD financée par les entreprises a donc crû continûment depuis la fin des années 1970. Comme le souligne Larédo (1986), la croissance de la part relative du secteur privé dans le financement de la R&D n'est pas récente. En effet, un trend régulier à la baisse de la part de financement de la R&D par les administrations publiques est observée depuis la fin des années 50, à l'exception d'une stabilisation sur la période 1975-86. Le récent recul des dépenses publiques de R&D est attribuable à un déclin des dépenses militaires de R&D et des ministères autres que le MENRT.

Mais comment sont déterminés les financements publics accordés à la R&D ? La priorité accordée aux financements de la R&D dépend, selon Irvine, Martin et Isard (1990)⁵¹⁴, « énormément des vues du Président ». Sous le Général de Gaulle, en faveur du développement de la R&D, les dépenses en matière de R&D ont progressé de 1 % à 2,2 %. Au début des années 70, sous la présidence de Georges Pompidou, moins favorable au financement public de la recherche scientifique, le chiffre atteignait alors 1,8 %. Un léger accroissement s'est produit sous la présidence de Valéry Giscard-d'Estaing. De même, le premier gouvernement de Jacques Chirac, tout en supprimant le Ministère de la Recherche et de la technologie, introduisit des coupes de 5 à 10 % en termes réels des dépenses civiles de recherche lors de l'établissement de son premier gouvernement.⁵¹⁵ Les dépenses furent effectivement réduites d'environ 2 % pour la recherche civile et de 5 % pour la recherche fondamentale. Dès 1989, après la victoire des socialistes aux législatives, les crédits budgétaires en faveur de la R&D s'inscrivent en hausse de 8 %. La diminution des crédits reprend alors sous le gouvernement d'Édouard Balladur et se poursuit au début de la présidence de Jacques Chirac.

Le contexte historique est donc un élément majeur à prendre en compte dans l'explication des fluctuations affectant la politique nationale en faveur de la science et de la technologie. Freeman (1988) distingue trois phases dans les politiques de recherche menées par les pays de l'OCDE depuis la seconde guerre mondiale. Juste après la seconde guerre

⁵¹² La DIRD des administrations est ainsi passée de 0,68 % du PIB en 1978 à 0,92 % en 1993. La DIRD des entreprises s'est quant à elle élevée de 1,00 % à 1,48 % sur la même période.

⁵¹³ La DIRD des administrations et des entreprises représentent respectivement 0,77 % et 1,37 % en 2000.

⁵¹⁴ Voir aussi Vavakova (1998), p. 218.

⁵¹⁵ Un article de Nature de R. Walgate de 1986 titrait « More for defence, less for science ».

mondiale, l'accent fut mis sur l'offre (*supply side*) par la création d'une base nationale de recherche et développement, en privilégiant particulièrement la recherche fondamentale. Dans les années 60-70 au contraire, face aux pressions pour limiter les budgets publics de R&D, l'accent fut mis sur la demande. Les résultats de la recherche fondamentale, en termes d'applications, de développement technologique, étaient alors primordiaux. Dans une troisième phase, des objectifs plus larges sont attribués aux politiques en faveur de la science et la technologie. Celles-ci sont censées prendre en compte, non seulement les besoins de l'économie, mais également ceux, plus larges, de la société dans son ensemble.

Tableau 106. Répartition des crédits budgétaires publics de R&D par grands objectifs (1999)

	France	All.	R.-U.	UE	USA	Japon	OCDE
Crédits budgétaires publics de R&D (Md\$)	12.8	16.1	9.4	64.1	77.6	20.0	174.4
% pour la défense	22.7	8.3	38	14.5	53.2	4.6	30.3
% pour R&D civile	77.3	91.7	62	85.5	46.8	95.4	69.7
Répartition des crédits de R&D civils par grands programmes (%)							
Développ. économique	18.9	22.6	11.2	23.2	13.8	34.4	23.1
Santé et environnement	11.3	13	36	16	50.6	7.1	24.9
Programmes spatiaux	14.2	4.9	3.7	6.6	22.7	6.6	10.9
Programmes non orientée	28.2	17.4	18.3	16.8	12.9	13.5	14.4
Fonds gén. des universités	23.6	41.8	30.2	35.6	..	38.4	23.8

Source : OECD Science and Technology Database 2001.

En résumé, et pour conclure cette section, on pourrait dire que le coeur de la triade identifiée par Charles Wright Mills⁵¹⁶ dans *The Power Elite* serait passée du complexe militaro-industriel au complexe académique-industriel. Ce changement s'est accompagné d'un élargissement des politiques industrielles en faveur de la science et de la technologie moins centrée sur certains secteurs ou certaines technologies spécifiques. L'intensification de l'internationalisation des relations de R&D complète ce tableau très schématique et très global, qu'il conviendra d'affiner dans les sections suivantes, des évolutions « récentes » en matière de relations science-industrie.

⁵¹⁶ Intellectuel radical des années 50, spécialiste des sciences sociales. Son livre offre une vision critique des relations, et de l'imbrication, de l'élite militaire, industrielle et politique.

2.1.3. Les secteurs d'exécution de la R&D

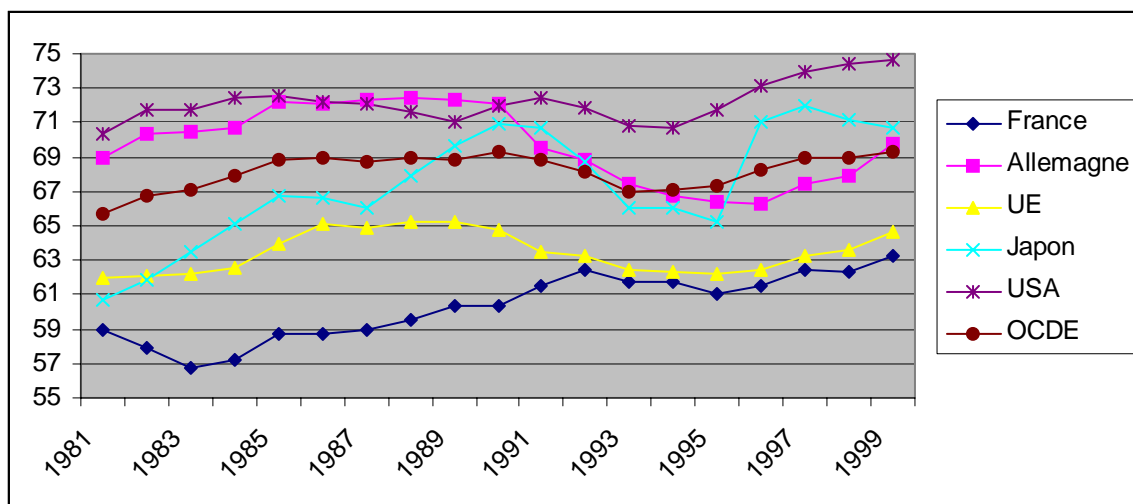
La R&D peut-être décomposée en quatre secteurs majeurs qui exécutent ces dépenses de R&D : entreprises privées, administrations, enseignement supérieur et institutions à but non lucratif.

Dans la plupart des pays de l'OCDE, le secteur privé exécute la majorité des dépenses de R&D, 70 % en moyenne, soit près de 400 milliards de dollars en 1999. Cette part s'est légèrement accrue depuis le milieu des années 90 et retrouve ainsi son niveau du milieu des années 80, les USA contribuant particulièrement à cette hausse ces dernières années. Dans les pays de l'Union Européenne le secteur privé réalise en moyenne 65 % de l'effort de R&D, en légère augmentation à la fin de la décennie 90. En 2000, ce taux atteint 64 % pour la France, en progression par rapport au point haut que constitue l'année 1992 (62.5 %).

En France, la dépense de R&D des entreprises représente 2,03 % de la valeur ajoutée industrielle en 2000, en très légère diminution par rapport au début des années 90 mais à un niveau nettement supérieur à celui observé durant la décennie 80. Ce ratio est de 2,65 % pour les USA, de 3,01 % pour le Japon et de 2,23 % pour l'Allemagne. La Suède et la Finlande sont les deux seuls pays où l'intensité de R&D dans l'industrie est nettement supérieure à 3 %. L'intensité en R&D industrielle n'augmente clairement que dans quelques petits pays du Nord.⁵¹⁷

⁵¹⁷ Il est difficile de voir une tendance claire dans l'évolution affectant ce ratio. En effet, il semble être davantage sensible à la conjoncture que les autres indicateurs. Rien de surprenant à cela, la série de la valeur ajoutée industrielle étant un des séries macroéconomiques les plus volatiles.

Figure 46. Proportion de la DIRD exécutée par les entreprises (1981-99, %)



Source : OECD (2001b).

Dans la zone OCDE, la R&D réalisée par le secteur de l'enseignement supérieur représente 0,38 % du PIB, soit environ 17 % de la dépense totale en R&D. Les Etats-Unis et l'UE ont une dépense de R&D exécutée par l'enseignement supérieur très proche de cette moyenne alors que le Japon a un ratio correspondant de 0,44 %. Ce ratio est relativement stable tout au long de la décennie 90 – en très légère décline aux Etats-Unis, en stagnation en Europe, en très légère progression au Japon⁵¹⁸ – dans la plupart des pays.

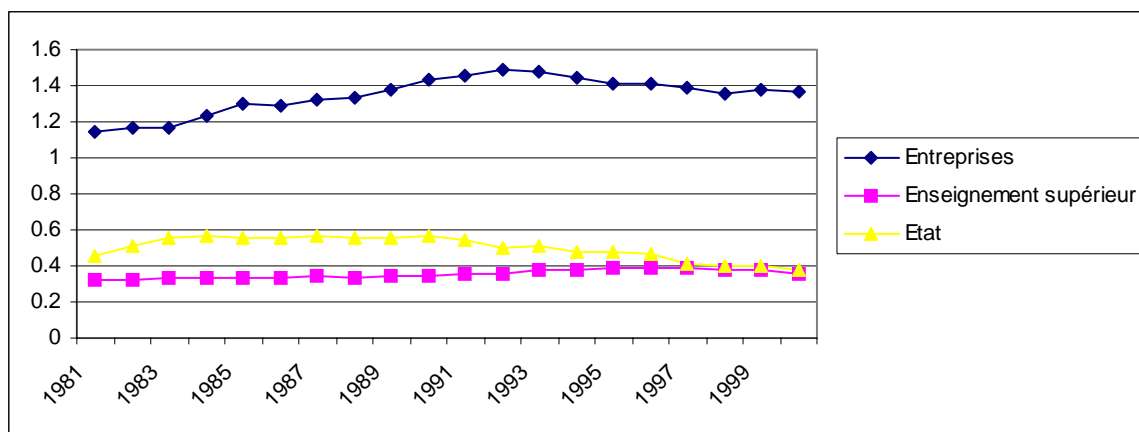
Avec le découpage de l'OCDE entre R&D exécutée par l'enseignement supérieur et R&D réalisée par les autres administrations, la part de la R&D française réalisée par l'enseignement supérieur est en légère progression (de 15 à 17 % du milieu des années 80 à 2000) alors que celle réalisée par les autres administrations est très clairement en diminution (de 25 à 18 % sur la même période).⁵¹⁹ Rapportée au PIB, en considérant le trend à la baisse du ratio global DIRD / PIB dans le cas de la France, la R&D réalisée par les entreprises et par les autres administrations est en baisse alors que celle réalisée par l'enseignement supérieur est en très légère progression et se stabilise en fin de période à 0,38 % du PIB.

⁵¹⁸ Pour ces trois groupes de pays, la variation est surtout due à la diversité des croissances du PIB - forte aux Etats-Unis, moyenne dans l'UE, négative au Japon - qu'à de réelles évolutions dans l'importance de la R&D conduite par le secteur de l'enseignement supérieur.

⁵¹⁹ Néanmoins, les ruptures dans les séries peuvent rendre, comme d'habitude, les comparaisons dans le temps plus ou moins hasardeuses...

Dans la plupart des pays de l'OCDE, la R&D conduite par le secteur gouvernemental est en diminution, à respectivement 0,24 % et 0,26 % du PIB pour l'OCDE et l'UE en 1999.⁵²⁰ La diminution dans les dépenses de R&D militaire en est pour partie responsable, tout au moins pour les Etats-Unis, la France et le Royaume-Uni.⁵²¹

Figure 47. Dépenses de R&D par secteur d'exécution (France, 1981-2000, en % du PIB)



Source : OECD, Science and Technology database (2001).

2.1.4. Structure et financement de la R&D française : quelques spécificités

Dans cette section, nous nous livrons à une étude plus précise de la structure des dépenses et du financement de la R&D française, avec un intérêt particulier pour les évolutions récentes.

L'évolution des travaux de R&D réalisées en France a été inférieure à celle du PIB durant toute la décennie 90 à l'exception de 1999, où la croissance de la DIRD a été de +3,8 % en volume, après la reprise amorcée en 1998.

La dépense de R&D des administrations civiles s'est élevée à 66,2 MdF en 1999, ce qui représente 93 % du total de la dépense des administrations civiles et militaires. Trois secteurs institutionnels principaux se partagent cette dépense de R&D : les organismes publics de

⁵²⁰ Pour l'OCDE, environ 10 % des dépenses de R&D sont réalisées par le secteur gouvernemental.

⁵²¹ D'autres événements plus spécifiques peuvent rendre difficiles les comparaisons dans le temps. Il en est ainsi du transfert de certaines entreprises du secteur public vers le secteur privé, comme dans le cas de France Télécom (1992) ou de l'Atomic Energy Authority en Angleterre (1986). Ces transferts ont pour effet automatique de diminuer la dépense de R&D du secteur public et d'augmenter celle du secteur privé.

recherche et les services ministériels - qui réalisent 64 % de la R&D publique civile -, l'enseignement supérieur - 31,6 % - et les associations à but non lucratif - 4,4 %. (PLF 2001).

La R&D des administrations civiles est effectuée au sein des organismes principaux de recherche (OPR) qui sont constitués des établissements publics à caractère scientifique et technologique (EPST) et des établissements publics à caractère industriel et commercial (EPIC).⁵²² Les OPR sont des organismes de recherche à mission orientée, chacun d'entre eux ayant un champ scientifique particulier. La structure institutionnelle de ces organismes est restée relativement stable depuis deux décennies.

A l'issue de la seconde guerre mondiale, la France a fait le choix de créer des grands instituts de recherche comme de nombreux pays. En revanche, contrairement à de nombreux pays d'Europe du Nord qui optèrent pour la mise en place de « research councils », les fonds alloués à la recherche française le sont directement à chacun des organismes de recherche, sans passer par ces structures intermédiaires qui allouent et distribuent les fonds aux chercheurs ou aux organismes de recherche. De plus, certains grands OPR sont des EPST. Ils doivent donc à ce titre, au-delà des missions qui leur sont confiés et de leurs relations avec le secteur industriel, réaliser de la recherche scientifique. Enfin, le CNRS a été établi avec pour mission de réaliser des recherches fondamentales dans la majorité des champs disciplinaires.

⁵²² Parmi les 220 000 acronymes qu'il est possible de trouver sur www.acronymfinder.com, on trouve les EPST (voir également le glossaire en fin de thèse) : CEMAGREF (Centre national du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et des forêts), CNRS (Centre national de la recherche scientifique), INED (Institut national d'études démographiques), INRA (Institut national de la recherche agronomique), INRETS (Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité), INRIA (Institut national de recherche en informatique et en automatique), INSERM (Institut national de la santé et de la recherche médicale), IRD (Institut de recherche pour le développement), LCPC Laboratoire central des ponts et chaussées ; et les EPIC : ANVAR (Agence nationale de valorisation de la recherche), BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières), CEA (Commissariat à l'énergie atomique), CIRAD (Centre de coopération international en recherche agronomique), CNES (Centre national d'études spatiales), IFREMER (Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer)

Tableau 107. EPST et EPIC : données statistiques de base (2002)

	EPST			EPIC	
	Budget	Effectif		Budget	Effectif
CNRS	14 545	26 550	CEA	6 072	11 857
INSERM	2 821	5 162	CNES	8 695	2 516
INRA	3 609	8 633	CIRAD	761	1 853
IRD	1 081	1 654	IFREMER	986	1 375
CEMAGREF	266	616	ANVAR	1 061	406
INRIA	575	992	BRGM	346	920
INRETS	229	423	ADEME	180	143
LCPC	278	574	IFRTP	108	12
INED	91	168			

Source : PLF 2002. Notes : budget = dotations + autorisations de projets pour 2002. Le nombre de personnes travaillant effectivement dans certains organismes de recherche est probablement plus élevé que le nombre indiqué par le projet de loi de finances : i) les doctorants boursiers ne sont parfois pas comptés dans le total des emplois ii) certaines chercheurs financés sous d'autres fonds peuvent y travailler.

En 1999, les administrations civiles (EPIC, EPST, autres ministères) ont réalisé pour 42,4 MdF de dépenses de recherche alors que les dotations budgétaires correspondantes ont été de 44,8 MdF. Elles ont reçu pour 3,9 MdF de contrats du secteur privé (entreprises et organisations à but non lucratif). La part des ressources externes reçues est plus élevée pour les EPIC que pour les EPST (9 % contre 28,5 %).

Les dépenses de recherche des universités se sont élevées à près de 20,9 MdF en 1999. Les ressources externes représente un cinquième (20,3 %) de leurs dépenses de recherche, contre 18 % en 1990, même si l'essentiel de leurs dépenses sont toujours couvertes par les dotations budgétaires. Depuis quelques années une collaboration croissante avec le secteur privé est apparente. Les universités, qui traditionnellement avaient, effectivement, peu d'activités de recherche, ont une capacité croissante de R&D.

Tableau 108. Capacité de recherche des administrations françaises (1999)

	Dépenses intérieures (MdF)	Effectif total de R&D	Chercheurs, ingénieurs de recherche et boursiers
EPST, EPIC, services minist.	42,4	69 897	35 198
Enseignement supérieur	20,9	59 689	43 909
Institutions sans but lucratif	2,9	6 810	3 339
Total administrations civiles	66,2	136 396	82 446
Défense	5,1	3 771	--
Total administrations	71,3	140 197	82 446

Source : projet de loi de finances 2002. Notes : les effectifs sont exprimés en équivalent temps plein.

La structure de financement des administrations publiques de recherche s'est progressivement modifiée au cours des années 90. La place des crédits budgétaires s'est contractée au profit d'une diversification plus grande des sources de financement. En 1999, les 15,3 MdF de ressources contractuelles des administrations de recherche publiques ont pour origine l'État (pour 6,3 MdF, dont 2,0 MdF de la défense), les entreprises (pour 5,5 MdF) et les organisations internationales (2,2 MdF). Les EPIC sont les principaux bénéficiaires de ces contrats de recherche, puisqu'ils contribuent aujourd'hui à hauteur de 34 % de leurs dépenses de R&D (contre respectivement 19 % et 13,5 % pour les universités et les EPST).

Les dotations budgétaires (hors défense) servant à financer la R&D publique n'ont augmenté que de 0,7 % annuellement en moyenne sur la période 1994-98. Les établissements publics ont alors cherché à faire appel à des sources de financement externes. C'est ainsi que les ressources externes finançant la R&D publique ont augmenté à un rythme annuel de 5,4 % sur la période 1994-98, avant de reculer en 1999. Le budget civil de recherche et développement, composante budgétaire majeur du financement de la recherche publique, a lui diminué de 0,2 % en moyenne par an entre 1994 et 1998. Seuls les EPIC et les universités ont vu leurs dotations budgétaires croître sur cette même période, tandis que celles des EPST diminuaient (-0,4 % par an en moyenne). Les ressources non budgétaires des universités et des EPST ont alors progressé relativement modérément si on les compare à celles des EPIC.

Tableau 109. Évolution des dépenses de R&D des administrations françaises (1994-99).

	1999, MF			1998/94, croissance annuelle moyenne, %		1999/98, %	
	Dotations	Contrats	% contrats	Dotations	Contrats	Dotations	Contrats
EPIC	17 953	9 523	34.7	2.3	6.6	2.9	-1.6
EPST	18 212	2 833	13.5	-0.4	2.7	1.6	-1.4
Universités	15 390	3 618	19.0	2.8	2.8	1.6	-3.3

Source : MENRT, DPD C3, enquête sur les moyens consacrés à la R&D. Depuis 1992, les financements publics en direction des entreprises baissent régulièrement. De 1994 à 1998, leur montant global est passé de 17,6 MdF à 11,9 MdF. En 1999 néanmoins, ils ont augmenté de façon exceptionnelle 18 % pour un montant global de 14,2 MdF, mais cette hausse bénéficie surtout au secteur aéronautique et spatial.

La reprise des activités de R&D des entreprises se confirme depuis 1996 et s'accroît en 1999 avec une croissance en volume de 5,3 %.⁵²³ Ce sont 5 400 entreprises et organismes professionnels qui ont réalisé une DIRDE de 122,4 MdF. Les effectifs de R&D ont accompagné cette croissance des activités de R&D (+2,3 %), et en particulier les chercheurs en entreprises (+5,3 %).

Quatre grandes branches totalisent plus de la moitié de la DIRDE et concentrent près de la moitié des effectifs de R&D - industrie automobile, industrie pharmaceutique, fabrication d'équipements radio, télé et communication, construction aéronautique et spatiale. Chacune de ces quatre branches effectuent des dépenses de R&D comprises entre 14 et 17 MdF en 1999. Les dépenses de R&D de la branche aéronautique se classent quatrième après avoir longtemps dominé la DIRDE en France, soutenues par d'importants financements publics (plus de 40 % des financements de la R&D de cette branche proviennent toujours de fonds publics).

La DIRDE dans les services progresse également depuis 1994 dans les trois grandes branches principales que sont les transports et la communication, l'ingénierie et les études techniques, et les services informatiques.

Le poids des financements propres de la R&D des entreprises françaises est passé de 68 % au début des années 80 à 81,2 % en 1999. Malgré cette hausse, les entreprises françaises autofinancent relativement moins que leurs homologues étrangères leurs dépenses de R&D, le ratio correspondant pour la zone OCDE étant de 87,7 %.⁵²⁴

2.2. Performances scientifiques et technologiques françaises : un bref aperçu

Les performances scientifiques et technologiques de la France sont contrastées.⁵²⁵

⁵²³ La croissance se poursuivrait en 2000 et 2001 mais à un rythme moindre.

⁵²⁴ 88,9 % pour les Etats-Unis, 97,5 % pour le Japon et 90,2 % pour l'Allemagne. Toutefois, le plus faible poids des dépenses de R&D militaires en Allemagne et au Japon augmentent d'autant ces ratios.

⁵²⁵ Nous n'aborderons que très brièvement ce point. On renverra donc le lecteur intéressé aux publications de l'OST, notamment aux rapports bi annuels *Science & technologie indicateurs* (OST 1998, 2000a, 2002). Ou à son équivalent américain publié par la NSF, les *Science & Technology Indicators* (National Science Board 1998, 2000, 2002).

Les outputs du système d'innovation peuvent être mesurés de nombreuses façons : par le nombre de publications scientifiques, par le nombre de brevets déposés, par l'importance des exportations des produits technologiques ou par la taille des firmes dans les secteurs scientifiques et techniques.

Les publications scientifiques sont l'indicateur le plus souvent utilisé dans l'exercice de mesure de l'output des systèmes de recherche, bien que l'amélioration des compétences scientifiques – et principalement celles des doctorants et post-doctorants –, la création d'instruments et le développement de nouveaux procédés ou prototypes scientifiques soient également des aspects à ne pas négliger. Néanmoins, les publications scientifiques peuvent faire office, dans une certaine mesure, d'indicateur synthétique qui résume et capte l'information des autres indicateurs mentionnés. Les publications sont également une bonne mesure de l'avancement des connaissances théoriques qui sous-tendent le développement de la majorité des avancées scientifiques et technologiques. Enfin, les publications scientifiques sont utilisées dans de nombreux pays pour évaluer l'efficacité du travail de recherche des chercheurs et des institutions de recherche.

Le nombre d'articles scientifiques et le nombre de journaux scientifiques publiés dans le monde a suivi un trend croissant de très long terme qui a mené, à la fin des années 1990, la production mondiale à environ un demi million d'articles scientifiques par an, 515 700 exactement en moyenne sur la période 1995-97 selon les statistiques publiées par l'ISI, traduisant une augmentation de 12 % par rapport à la période 1986-88. En termes de publications scientifiques, les performances françaises ont marqué une certaine amélioration depuis la fin des années 80 puisque la part de la France dans les publications mondiales est passée de 4,5 % à 5,1 %. A l'inverse, on observe un certain affaiblissement de la position américaine dans ce domaine.⁵²⁶

Ces statistiques sont basées sur le nombre d'articles scientifiques et techniques publiés dans un échantillon stable de 5 000 revues internationales leader dans leur domaine.⁵²⁷ Il est utile de souligner deux difficultés majeures rencontrées par les analyses scientométriques.

⁵²⁶ Ce qui n'est pas sans inquiéter les américains comme le montre un récent article du *New York Times* intitulé « U.S. is losing its dominance in the sciences » (4 mai 2004).

⁵²⁷ Cet échantillon a été établi depuis 1985 par l'Institute of Scientific Information (ISI) dans les bases Science Citation Index (SCI) et Social Science Citation Index (SSCI). Cette classification, reconnue au niveau international, couvre relativement bien la majorité des publications mondiales.

Le processus de revue par les pairs des articles présents dans les revues scientifiques assure un degré de qualité relativement homogène et garantit une certaine fiabilité dans les comparaisons internationales. Cependant, comme les publications sont utilisées de façon croissante dans les exercices d'évaluation des chercheurs, la quantité de publications peut être un critère plus important que la qualité. Pour limiter ce biais de qualité, les publications peuvent être pondérées par le nombre de citation ou par des analyses bibliométriques appropriées. Toutefois, au niveau des pays, l'utilisation de ce type de pondération fournit des résultats relativement peu différents de celui offert par une analyse sans pondération.

Les publications scientifiques de niveau international sont souvent en anglais, ce qui explique probablement l'existence d'un biais anglo-saxon – avec une surreprésentation des revues de langue anglaise et une sous représentation de certaines revues d'importance locale ou régionale, ou dans des secteurs spécifiques tels que l'ingénierie et plus généralement les sciences sociales. Ce biais est néanmoins peut-être aujourd'hui de moindre importance, tant l'anglais se diffuse dans la communauté scientifique comme langue de travail indispensable.

Tableau 110. Publications scientifiques et techniques dans quelques pays

	Nombre d'articles		Taux de croissance de 86-88 à 95-97	Part dans le total mondial en 95-97
	1986-88	1995-97		
Monde	459175	515708	12,3	
USA	175563	173233	-1,3	33,6
Japon	32422	43655	34,6	8,5
Royaume-Uni	36998	39670	7,2	7,7
Allemagne	29365	35294	20,2	6,8
France	20769	26455	27,4	5,1

Source : Institute of Scientific Information, base de données SCI et SSCI. Nos calculs.

Par grands secteurs scientifiques, le portrait des publications mondiales est le suivant. La médecine clinique représente 29 % du total mondial des publications, suivie par la physique et la chimie (29% à toutes les deux), puis par la recherche biomédicales, la biologie, l'ingénierie et la "technologie". Les champs de publications suivent également les zones géographiques. Les pays du Nord concentrent leurs efforts sur les publications en sciences de la vie alors que les pays d'Europe de l'est et d'Europe centrale ont une proportion de publications dans les domaines des sciences physiques plus élevée. La part des publications du Japon consacrées à la physique et à la chimie est deux fois plus importante que la part correspondante pour les Etats-Unis. A l'inverse, 13% des publications américaines

proviennent du domaine des sciences sociales alors que ce n'est le cas que de 1% des publications japonaises.

Une forte concentration internationale se retrouve dans ce domaine également puisque près des deux tiers des articles scientifiques et techniques publiés le sont par seulement cinq pays. La taille des pays est un des déterminants important du nombre de publications scientifiques. Une régression linéaire simple sur 69 pays en 1997 – dont la représentation est donnée dans la Figure 48 – donne les résultats suivants⁵²⁸ :

$$\ln(\text{articles}_i) = 3.47 + 0.80 \ln(\text{PIB}_i) \quad R^2 = 0,50$$

(6,62) (8,19)

L'élasticité du nombre de publications au PIB est donc de 0,8.⁵²⁹ L'analyse des résidus de la régression (Tableau 111) montre que certains pays publient plus qu'attendu (après prise en compte de l'influence du PIB⁵³⁰) – il s'agit des « petits pays » (Suisse, Suède, Pays-Bas, Finlande) et des pays de langue anglaise (USA, RU, Canada) – alors que d'autres pays publient clairement peu – les pays pauvres. Les pays en forte croissance sont dans une situation intermédiaire subissant probablement les influences contradictoires (leurs PIB demeurent encore relativement faibles mais il est probable qu'ils augmentent leurs publications pour atteindre un stade technologique supérieur).

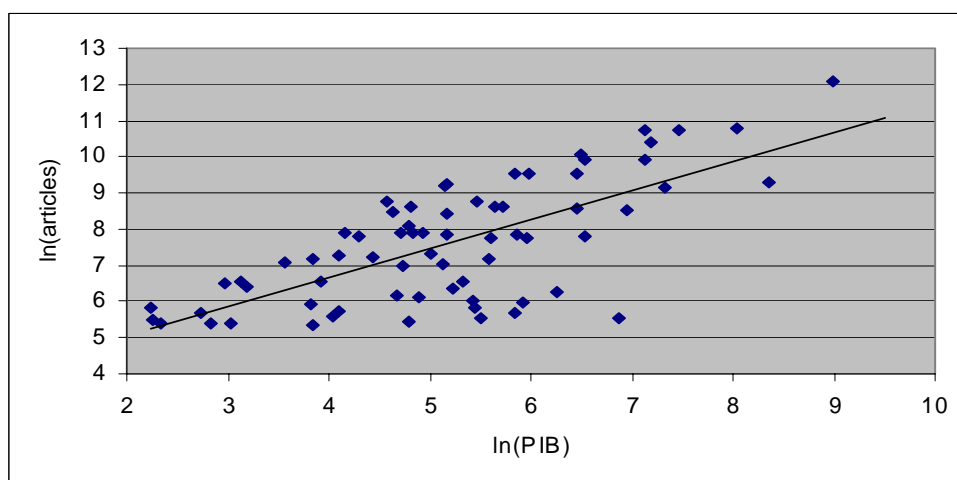
Le développement de l'infrastructure scientifique de certains pays de la zone asiatique et quelques pays du sud de l'Europe contribue à augmenter leur part dans le total des publications mondiales entre la fin des années 80 et la fin des années 90, bien que cette part demeure pour l'instant relativement faible.

⁵²⁸ Coefficients avec t de student entre parenthèses en-dessous. Une régression log-log s'avère utile étant donnée la grande dispersion des deux séries.

⁵²⁹ Comme je n'ai eu de cesse de répéter l'interprétation de l'élasticité à mes étudiants en cours de statistiques, je peux bien l'écrire ici une fois : ceci signifie qu'une augmentation de 1% du PIB est en moyenne associée à une croissance du nombre de publications scientifiques de 0,8%. Et inversement.

⁵³⁰ Il s'agit simplement d'éliminer un « effet taille ».

Figure 48. Corrélation du nombre de publications scientifiques et du PIB en 1997.



Source : logarithme du PIB en milliards de dollars PPA, logarithmes du nombre d'articles scientifiques et techniques (ISI).

Tableau 111. Effort de publications des pays, hors effet taille.

	Résidus		Résidus		Résidus
Israel	1,659	Slovenia	0,670	Turkey	-0,468
Sweden	1,652	Slovakia	0,652	Jordan	-0,511
Switzerland	1,607	Poland	0,634	Brazil	-0,518
United Kingdom	1,548	Ukraine	0,587	Chile	-0,526
United States	1,409	Estonia	0,579	Kenya	-0,617
Canada	1,404	Croatia	0,579	Egypt	-0,744
Netherlands	1,383	Taiwan	0,559	China	-0,873
Finland	1,309	Ireland	0,547	Mexico	-0,881
Denmark	1,282	Greece	0,496	Morocco	-1,032
Germany	1,273	Yugoslavia	0,371	Uzbekistan	-1,043
Australia	1,267	Hong Kong	0,239	Tunisia	-1,108
Russia	1,223	Armenia	0,221	Saudi Arabia	-1,178
France	1,193	Singapore	0,188	Kuwait	-1,178
New Zealand	1,123	Latvia	0,035	Nigeria	-1,272
Belgium	0,940	Lithuania	0,021	Venezuela	-1,290
Hungary	0,894	South Korea	-0,034	Malaysia	-1,810
Japan	0,882	Belarus	-0,041	Algeria	-1,858
Spain	0,880	Portugal	-0,159	Colombia	-1,991
Austria	0,835	South Africa	-0,207	Thailand	-2,198
Norway	0,795	India	-0,208	Iran	-2,229
Italy	0,751	Romania	-0,291	Philippines	-2,344
Bulgaria	0,751	Argentina	-0,295	Pakistan	-2,467
Czech Republic	0,675	Cuba	-0,326	Indonesia	-3,416

Source : résidus de la régression. Voir texte pour le détail des calculs.

Par contre, les performances technologiques françaises sont traditionnellement plus mitigées. Le nombre de brevets déposés aux Etats-Unis est en déclin depuis la fin des années 80. La part française dans les exportations mondiales de produits de haute technologie

demeure constante à un niveau relativement faible. Quelques grandes évolutions peuvent être soulignées (Foray 2000), certaines d'entre elles s'inscrivant dans la lignée européenne tandis que d'autres sont plus spécifiquement françaises. Le « déclin » français, et plus généralement européen, peut, dans cette perspective, être attribué au secteur des technologies de l'information et de la communication. Mais, plus spécifiquement, les performances françaises dans les secteurs où le marché joue un rôle important⁵³¹ ont connu des évolutions peu favorables. Un affaiblissement de la position française est par exemple également observé dans les secteurs de l'électronique. La structure institutionnelle du système français d'innovation et la structure sectorielle des dépenses de R&D expliquent ces évolutions. Par contraste, les performances de la France dans des secteurs plus traditionnels tels que l'aérospatiale ou l'automobile demeurent élevées.

2.3. La main-d'œuvre scientifique : tentatives d'évaluation

Nous présentons ici de façon très globale quelques données sur l'évolution de la main-d'œuvre scientifique et technologique au niveau international.

Les compétences acquises et requises peuvent servir de base pour une tentative de mesure des ressources humaines disponibles pour la science et la technologie. Au niveau théorique, les compétences, concept multidimensionnel, relèvent aussi bien de qualités physiques que cognitives. Au niveau empirique, deux approches complémentaires sont utilisées, la première en termes de niveau d'éducation, la seconde en termes d'emploi.

Une définition internationale de la main-d'œuvre scientifique et technologique⁵³², connue sous le nom du manuel de Camberra, a été développée par l'OCDE et par Eurostat.⁵³³ Selon la définition très large de ce manuel, les ressources humaines dévolues à la science et la technologie⁵³⁴ correspondent ainsi aux individus :

- Qui possèdent un diplôme de niveau tertiaire dans le domaine de la science et de la technologie,

⁵³¹ Secteur où la technologie est « market driven ».

⁵³² Nous avons déjà eu l'occasion de présenter l'historique du développement de ces concepts dans le chapitre 1, section « 1.2.2.1. Quelques brèves considérations historiques et statistiques », p. 45 et suivantes.

⁵³³ Les standards du manuel de Camberra ont été initialement développés par le groupe des experts nationaux sur les indicateurs de la science et la technologie (NESTI).

- Ou qui possèdent des emplois qui nécessitent des qualifications du niveau précédent, même s'ils ne possèdent pas formellement un diplôme correspondant à ce niveau.

Notons que dans cette définition les champs d'application des qualifications et des « occupations » se réfèrent aussi bien aux sciences dures, qu'aux sciences sociales et aux sciences humaines.⁵³⁵

La nomenclature proposée tente de quantifier l'importance des ressources humaines scientifiques et technologiques à l'aide d'une double classification qui allie le côté offre - en termes d'éducation - et le côté demande - en termes d'« occupation ». Ce faisant, on additionne deux choses bien différentes. Le côté offre tente de mesurer classiquement le capital humain disponible pour les S&T à l'aide du niveau d'éducation atteint par la population (comme simple proxy). Ce niveau d'éducation ne tient pas compte de la qualité de l'enseignement ou de la formation sur le tas. Le côté demande voudrait quantifier les compétences réellement utilisées par les individus dans leurs emplois mais cette mesure risque d'être très dépendante des classifications nationales, et donc, de varier grandement d'un pays à l'autre.

Des travaux ultérieurs au manuel de Camberra ont affiné la méthode et ont proposé des classifications plus précises ou des sous-classifications intéressantes (Auriol et Sexton 2001). Par exemple, le noyau des ressources humaines scientifiques et technologiques peut être défini comme étant la population qui possède, et un niveau d'éducation tertiaire, et un emploi dans les domaines de la science et de la technologie. Enfin, d'autres travaux se sont spécifiquement centrés sur la population des scientifiques et ingénieurs ou plus récemment des travailleurs des secteurs des technologies de l'information et de la communication.

Avec la définition très large présentée ci-dessus⁵³⁶, les ressources humaines dévolues à la S&T étaient de 65 millions de personnes dans l'Union Européenne en 1997, dont un peu plus de 10 millions d'individus concernés pour la France. Si on applique la division en deux

⁵³⁴ *Human resources devoted to science and technology* (HRST).

⁵³⁵ La nomenclature utilisée par cette définition pour les diplômes est celle de la International Standard Classification of Education (ISCED), qui regroupe les disciplines en 21 grands groupes ou en 7 grands sous-groupes : natural sciences, engineering and technology, medical sciences, agricultural sciences, social sciences, humanities and other fields.

⁵³⁶ Ces résultats proviennent de l'enquête emploi communautaire (CLFS, Community Labour Force Survey) réalisée par Eurostat.

grandes catégories, on trouve qu'environ 42 millions sont employés dans les secteurs de S&T et que 46 millions ont un diplôme tertiaire de S&T; les nombres correspondants sont respectivement de 6,4 et 7,8 millions pour la France.⁵³⁷ Par contre, le noyau dur tel que défini précédemment se réduit à 23,3 millions pour l'UE et 3,9 millions pour la France.

Les évolutions récentes de la HRST et de ses divisions offrent quelques éléments d'analyse globale intéressants. Entre 1994 et 1999, la HRST totale aurait augmenté de 2,3 % par an en France alors que la HRST occupée ne se serait accrue que de 1,80 %; la population diplômée en S&T a donc crue plus rapidement que la population totale dévolue aux S&T. L'Espagne, la Finlande ou les Pays-Bas sont dans une situation opposée avec des taux de croissance de la HRST employée de l'ordre de 6-8 % beaucoup plus élevés que ceux de la HRST totale.

La situation sur le marché du travail des diplômés tertiaires de S&T est plus favorable que la moyenne de la population active. Les taux de chômage de la HRST sont environ la moitié du taux de chômage global (respectivement 5,7 % et 9,5 % pour l'UE et 7,0 % et 12,1 % pour la France, en 1999). Seules la France, l'Italie, la Grèce et l'Espagne ont des taux de chômage pour les diplômés de S&T au-dessus de la moyenne européenne.⁵³⁸

Avec une définition encore plus restrictive, le nombre d'individus employés comme scientifiques et ingénieurs⁵³⁹ est d'environ 8 millions dans l'UE dont un million pour la France (Tableau 112). Ce nombre n'aurait cru que de 2,2 % par an en moyenne sur la période 1994-99 en France, un des taux les plus faibles d'Europe. Les Etats-Unis, pour leur part aurait, environ 10,6 millions de scientifiques et ingénieurs (avec une définition qui est un peu plus large que la définition d'Eurostat). Cela représente environ 7,7 % de la population active, pourcentage bien plus élevé que dans tous les autres pays de l'OCDE (4% environ pour la France).

⁵³⁷ La population employée dans les secteurs S&T représenterait donc environ 20 % de la population active française.

⁵³⁸ Avec un taux de chômage particulièrement élevé pour l'Espagne, proche de 13%.

⁵³⁹ Nous utilisons ici la classification internationale des occupations (ISCO, International Standard Classification of Occupations) en ne retenant que les catégories ISCO 21 (Physics, mathematical and engineering science professionals) et ICSO 22 (life scientists and health professionals).

Tableau 112. Scientifiques et ingénieurs dans l'Union Européenne

	Nombre en milliers, 1999	Taux de croissance annuel moyen, 1994-99
UE	7930	
Portugal	105	17,6
Finlande	201	14,7
Irlande	112	6,7
Danemark	143	6,4
Luxembourg	10	6,4
Espagne	573	5,9
Pays-Bas	450	5,7
Italie	585	4,7
Autriche	83	4,5
Allemagne	1920	3,5
Grèce	143	2,9
Royaume-Uni	2028	2,9
Belgique	314	2,4
France	1046	2,2
Suède	218	1,9

Source : Eurostat, Community Labour Force Survey. Catégories ISCO 21 et ISCO 22.

Pour le niveau d'éducation, une définition plus restrictive fait également prendre conscience des chiffres fournis jusqu'ici. Si environ 65 % de la population de l'OCDE âgée de 25 à 64 ans a terminé une éducation secondaire supérieure, seulement 14 % possède un diplôme de niveau universitaire (Tableau 113). Et seulement environ 1 % dispose d'un diplôme équivalent au doctorat. Certains petits pays tels que la Suisse ou la Suède ont une proportion de diplômés de doctorat particulièrement élevée – autour de 2,5 % – alors que l'Italie, l'Espagne ou la Turquie ont des taux très faibles – inférieurs à 0,5 %.

Tableau 113. Niveau d'éducation moyen de la population dans quelques pays

	Distribution par niveau d'éducation de la population âgée de 25 à 64 ans, %				Pourcentage de diplômés de doctorat ou équivalent
	Avant secondaire	Secondaire	Tertiaire non universitaire	Universitaire	
OCDE	36	40	11	14	1.0
USA	13	51	8	27	1.3
Japon	19	49	13	18	0.6
UE	39	39	10	12	1.2
Allemagne	19	53	15	13	1.9
France	38	40	10	11	1.2
RU	18	57	8	17	1.3
Italie	56	30	4	9	0.4

Source : OECD, Education Database 2001.

Si on se limite à la population des chercheurs, le nombre d'individus concernés dans l'OCDE est de 3,2 millions (en 1999) ce qui correspond à 64 chercheurs pour 10 000 actifs (Tableau 114). La proportion est respectivement de 55 et 61 chercheurs pour 10 000 actifs dans l'UE et en France. Cela correspond pour la France à un effectif de 160 000 chercheurs en 1999.⁵⁴⁰ Le Japon possède la proportion la plus élevée de chercheurs (97) suivi par la Finlande, la Suède et les Etats-Unis (83)⁵⁴¹. En stock, la majorité des chercheurs réside aux Etats-Unis, dans l'UE et au Japon, avec respectivement une proportion, dans le total OCDE, de 37 %, 28 % et 21 %. De la même manière, la concentration se retrouve en considérant cinq principaux pays (USA, Japon, Allemagne, France, RU) qui possèdent à eux seuls 75 % des chercheurs travaillant dans la zone OCDE.

Tableau 114. Nombre et proportion de chercheurs dans quelques pays

	Nombre de chercheurs, 1999		Taux de croissance annuels moyens, %	
	En milliers	Pour 10 000 actifs	95/91	99/95
OCDE	3249	64	8,1	4,1
USA	1174	83	9,0	4,4
Japon	659	97	7,6	4,5
UE	932	55	5,7	3,3
Allemagne	255	63	1,4	2,5
France	160	61	5,4	1,4
RU	159	55	5,5	2,0

Source : OECD 2001. Nos calculs. Pour les USA, il s'agit des chiffres de 1997 et le taux de croissance est donc calculé sur la période 97-95 et non pas 99-95.

Les effectifs de recherche ont augmenté de façon importante durant les années 90. La France qui avait comblé un certain retard – en termes de nombre de chercheurs par actif – durant la décennie 80 par rapport à ces principaux concurrents semble connaître un certain essoufflement durant la seconde moitié des années 90, comme le montre les taux de croissance présentés dans le tableau précédent. Sur la période 1984-97, le taux de croissance annuel moyen du nombre de chercheurs s'est élevé à 4%, celui des autres personnels de recherche de 2% alors que pour l'ensemble des salariés, le taux correspondant a été inférieur à 1%. Mais l'évolution n'a pas été homogène sur la période et un ralentissement est observé à

⁵⁴⁰ Il s'agit des chercheurs au sens strict, en excluant les "autres personnels de recherche". Les dernières données de la DPD évaluent précisément ce nombre à 157 836 pour 1999, dernière année disponible (BCRD 2001).

⁵⁴¹ Chiffre de 1997, dernière année disponible pour les Etats-Unis. Mais, ce chiffre est biaisé à la baisse. En effet, le personnel militaire de recherche qui travaille dans les instances gouvernementales n'est pas inclus dans le nombre total de chercheurs.

partir du milieu des années 1990. Néanmoins, avec la reprise économique, le nombre de chercheurs a recommencé à croître plus rapidement à partir de 1998 et augmenterait encore plus rapidement en 2000 – estimation d'un accroissement de 3,4 % – et en 2001 – prévision d'une croissance de 3 % (PLF 2002).

Les effectifs de chercheurs en entreprise ont augmenté deux fois plus vite que l'ensemble des effectifs de recherche de 1984 à 1997 (Lacourrège et Jacquin 2000). De 1992 à 1997, on enregistre un solde positif de 4600 postes de chercheurs en entreprise.

L'accès à un poste de chercheur en entreprise est cependant inégal selon que l'on est diplômé d'une école d'ingénieurs ou de l'université (les chercheurs en activité dans les entreprises provenant à plus de 80% de l'une de ces deux filières⁵⁴²). Si on considère globalement la population des chercheurs en entreprises on peut distinguer deux périodes d'évolutions des effectifs selon le diplôme possédé. De 1984 à 1990, la part des ingénieurs passe de 62% à 57% au profit des autres diplômés des universités, avec notamment une légère progression relative des docteurs (de 9 à 11%). Ensuite, les parts relatives des chercheurs se stabilisent. Les ingénieurs occupent donc toujours une place prépondérante. Le partage inégal entre les ingénieurs et les docteurs s'accroît avec la taille d'entreprise : les grandes entreprises qui opèrent en majorité dans l'industrie privilégient depuis toujours pour la fonction R&D de jeunes ingénieurs ayant une formation polyvalente, dont elles sont susceptibles d'utiliser par la suite les compétences dans d'autres départements fonctionnels de l'entreprise (production, logistique...). Inversement, les petites entreprises de service et de conseil font davantage appel aux diplômés universitaires.

Au niveau des flux de chercheurs en entreprise, on peut constater une baisse relative de la part des jeunes diplômés entrant dans la vie active (37 % en 1997 contre 50 % en 1984), même si le poids de cette population reste important par rapport au taux correspondant par exemple pour les jeunes cadres et professions intermédiaires (qui serait de 10 % à 15 % selon les enquêtes emploi de l'INSEE). A l'inverse, on assiste à un accroissement des recrutements en provenance d'autres entreprises (32 % en 1997 contre 27 % en 1984) et à un développement de la mobilité interne (26 % en 1997 contre 19 % en 1984).

⁵⁴² Ces données proviennent toutes du volet « chercheurs » de l'enquête annuelle sur les dépenses de R&D. Pour une présentation de ces données de base et les évolutions observées entre le milieu des années 80 et la fin des années 90, on peut se référer notamment à Lacourrège et Jacquin (2000).

Les données issues des familles professionnelles confirment l'expansion de la « profession » de chercheurs. Celle-ci aurait connu, en quinze ans, du milieu des années 80 à la fin des années 90, « une des meilleures performances dans l'ensemble des métiers, avec les informaticiens et les formateurs ; la hausse est nettement supérieure à celle relative à la moyenne des cadres ou aux cadres techniques de l'industrie. » (Audric-Lerenard et Topiol 1999 p. 1). Cette nomenclature est issue d'un rapprochement entre les PCS, utilisée dans les enquêtes auprès des ménages de l'INSEE, et le ROME « Répertoire Opérationnel des Métiers » utilisé par l'ANPE pour rapprocher les offres et les demandes d'emploi.⁵⁴³ Les chercheurs en question ici sont donc les ingénieurs de recherche qui appartiennent à la FAP-N0⁵⁴⁴, qui ne prend pas en compte les enseignants-chercheurs. Selon ces données, la moitié des chercheurs en entreprise est diplômée des grandes écoles et 18 % d'entre eux sont issus de l'université. Elles soulignent, comme précédemment une évolution en faveur des diplômés universitaires, deux fois mieux représentés aujourd'hui au sein des entreprises qu'il y a quinze ans.

Au-delà de l'intérêt propre des statistiques présentées, cette section illustre les difficultés de comparabilité internationale des données relatives à la main-d'œuvre scientifique et technologique en dépit des efforts de standardisation entrepris, notamment à l'OCDE. On peut en particulier s'interroger sur la définition du « chercheur » retenue par ces statistiques dans un contexte où les emplois de chercheurs sont loin d'être concentrés aujourd'hui uniquement dans le secteur public et universitaire, et face aux transformations, étudiées dans la section suivante, affectant les relations entre la sphère publique et privée.

⁵⁴³ Ces deux nomenclatures obéissent à deux logiques différentes : la nomenclature PCS repose sur le métier qui est une des composantes de la catégorie sociale – il conviendrait de définir cela plus précisément, avec Desrosières et Thévenot, en disant que les PCS articulent en fait trois niveaux : la place dans la « hiérarchie » dans l'entreprise, le niveau de formation et la représentation sociale des activités – alors que le ROME se base essentiellement sur des informations liées au contenu du travail, aux savoirs et aux savoirs-faire. La construction des familles professionnelles (FAP) repose donc sur un compromis entre ces deux logiques et permet de rapprocher des statistiques sur le marché du travail issues du fichier de l'ANPE et des enquêtes Emploi, du Recensement Général de la Population et de l'Enquête Structure des Emplois de l'INSEE.

⁵⁴⁴ Qui comprend trois postes issus du ROME (Cadres techniques d'études-recherche-développement de l'industrie, Chargés d'études et de recherche en sciences de l'homme, Cadres techniques d'études scientifiques et de recherche fondamentale) qui correspondent aux rubriques suivantes des PCS : 3126 - Ingénieurs conseils libéraux en études techniques, 3821 - Ingénieurs et cadres de recherche, études, essais en électricité et électronique, 3822 - Ingénieurs et cadres de bureau d'études ou des méthodes en mécanique, 3825 - Ingénieurs et cadres de recherche, développement en chimie, biologie, 3826 - Ingénieurs et cadres de recherche, développement, contrôles en métallurgie matériaux, 3827 - Ingénieurs et cadres de recherche, études des industries légères, 3829 - Autres ingénieurs et cadres d'études, 3421- Chercheurs de la recherche publique.

2.4. Collaborations public-privé : quels liens science-industrie ?

La collaboration entre le secteur universitaire et de la recherche publique et le secteur privé ou industriel est souvent considérée comme un impératif crucial pour développer les transferts de connaissance et favoriser ainsi l'innovation. On peut d'ailleurs penser que la remarque qu'Allyn Young faisait en 1928 est toujours d'actualité :

« The causal connections between the growth of industry and the progress of science run in both directions, but on which side the preponderant influence lies no one can say. » (Young, 1928, p. 535).

Les piètres performances de l'industrie française dans de nombreux secteurs technologiques (OST, 1998) sont ainsi souvent expliquées par la faiblesse des liens entre science et industrie, qui se traduit par une recherche technologique relativement peu importante (Guillaume, 1998).

Nous avons précédemment souligné⁵⁴⁵ que, dans la plupart des pays de l'OCDE, les transformations affectant la structure de financement de la DIRD vont dans le sens d'un soutien plus important du secteur privé. Si ce phénomène est assez général au sein des pays de l'OCDE, un certain nombre de points doivent être rappelés (Etzkowitz et Webster 1998, p.27).⁵⁴⁶ Le soutien de la R&D par les entreprises varie grandement par secteur et par technologie, le financement privé de la R&D étant le plus élevé pour les industries pharmaceutiques, le secteur des biotechnologies, les sciences des matériaux et le secteur des nouvelles technologies de l'information et de la communication. Les dépenses de R&D du secteur privé sont souvent concentrées, non seulement sur un petit nombre de secteurs, mais également sur un petit nombre d'entreprises. Les analyses du développement scientifique et technique montre que l'utilisation de la R&D académique est clairement différenciée selon les secteurs (Cohen *et al.* 1998, Mansfield 1991), au-delà des mesures macroéconomiques des effets de la recherche publique. Le secteur des biotechnologies semble, par exemple, avoir de nombreuses particularités qu'il est difficile de généraliser à de nombreux secteurs, même ceux

⁵⁴⁵ Dans les sections « 2.1.2. Les sources de financements de la R&D » (p. 356) et « 2.1.4. Structure et financement de la R&D française : quelques spécificités » (p. 367).

⁵⁴⁶ Ces auteurs notent (p.28) : « we need [...] to avoid exaggerating claims about rapid growth in industrial sponsorship ». L'empressement de certains auteurs à souligner l'importance croissante des financements privés de la R&D académique vient probablement du fait que certaines grandes institutions universitaires américaines ont, de façon croissante et importante pour certaines d'entre elles, recours à des financements industriels pour des projets de grande envergure, principalement dans le domaine des biotechnologies particulièrement lucratif.

appartenant au secteur des hautes technologies (Zucker, Brewer, Darby 1994). Les recherches menées par les entreprises peuvent être plus ou moins orientées vers la recherche de base. Les liens entre ces entreprises et les laboratoires (publics) de recherche fondamentale sont alors susceptibles d'être très différents, à intensité de financement public identique. Il faut également noter qu'un même niveau relatif de financement privé ou d'intensité de R&D cache probablement des différences institutionnelles importantes entre pays. Finalement, et plus classiquement, l'intensité de la R&D ne nous dit rien de l'efficacité effective de ces dépenses de R&D.

Le contexte dans lequel les dépenses de R&D sont initiées est à prendre en compte. En effet, il serait nécessaire de savoir comment les dépenses de R&D sont affectées par les politiques gouvernementales, et en particulier si elles sont déterminées, et comment, par les politiques étatiques en faveur de la science et de la technologie, ou si elles sont plus globalement intégrées dans une politique industrielle à vocation plus générale. Les USA et le Royaume-Uni d'une part, et la France et le Japon d'autre part, sont, dans cette perspective, des cas probablement très différents. Les deux premiers pays ont, de fait, mené une politique industrielle « indirecte » en cherchant à identifier les technologies d'avenir et en cherchant à stimuler les liens science-industrie. Les deux derniers pays, au contraire, ont en général adopté des politiques économiques plus directives. Mais, à la diversité des méthodes adoptées, correspond, de facto, une unité des moyens : i) une sélectivité croissante des choix et des objectifs de la R&D pour favoriser les innovations technologiques, ii) une réorientation des fonds publics de R&D en faveur des technologies les plus prometteuses dans l'espoir que la commercialisation des recherches académiques ira croissante dans ces secteurs.

Une des caractéristiques de l'évolution des liens science-industrie dans les pays de l'OCDE réside dans le poids croissant des universités. Il se traduit non seulement par la croissance des fonds publics en faveur de la recherche universitaire, mais aussi par le développement des activités de transferts des résultats des activités de recherche. Le mode décentralisé qui caractérise les systèmes universitaires représente sans doute un facteur favorable au développement des liens entre industrie et recherche universitaire. Aux Etats-Unis, le soutien industriel à la R&D universitaire est clairement observable quantitativement et qualitativement. Quantitativement, le financement de la R&D académique en science et

ingénierie⁵⁴⁷ par le secteur privé reste limité même s'il est passé de 3% en 1970 à 4% en 1980 pour atteindre 7 % dans les années 90.

Qualitativement, le faible niveau relatif du support de la recherche publique par la sphère privée, mesurée au niveau macroéconomique, masque l'importance de ces fonds pour certaines institutions, en particulier universitaires. En effet, cette fraction du financement de la R&D, qui peut paraître marginale au niveau macroéconomique, peut avoir toute son importance au niveau microéconomique, spécialement dans un contexte où les ressources financières provenant des pouvoirs publics se font plus rares.⁵⁴⁸ Mais, plus important que les comparaisons internationales basées sur des statistiques globales, des informations complémentaires seraient nécessaires pour connaître la nature des recherches qui sont financées par le secteur privé⁵⁴⁹ et pour savoir si les comportements en matière de stratégie de recherche des institutions publiques ainsi financées se transforment.⁵⁵⁰

Les enquêtes sur l'innovation⁵⁵¹ permettent de cerner plus précisément ce qu'est la coopération en matière de R&D. Celle-ci signifie en effet alors, et cette définition est bien plus restrictive que les statistiques utilisées précédemment, une participation active dans des projets de R&D ou d'innovation communs à plusieurs institutions. Une enquête sur l'innovation d'Eurostat permet de connaître la proportion d'entreprises concernées par des accords de coopération portant sur l'innovation avec des agences gouvernementales ou le secteur de l'enseignement supérieur. La proportion moyenne dans l'OCDE est de 10 %, les petits pays du Nord (Norvège, Finlande, Suède) ayant une proportion élevée (supérieure à 20%) de tels accords alors que la France arrive en treizième position sur les seize pays étudiés

⁵⁴⁷ Selon la définition de la NSF. Consulter le chapitre 6 de Science and Engineering Indicators 2000 pour une description plus précise du financement de la recherche académique américaine.

⁵⁴⁸ Dans le cas français, cela pourrait être illustré par les unités de recherche universitaires qui doivent trouver des sources de financement d'autant plus nécessaires qu'elles ne disposent pas du label CNRS et des fonds qui lui sont attribués. Elles doivent alors recourir à des contrats de recherche à court terme pour couvrir les frais de leurs recherches, ces fonds ne provenant pas uniquement de la sphère privée mais d'autres institutions (fondations, associations, collectivités locales).

⁵⁴⁹ Comme le note Maass (2002 p. 11), dans un article présenté à l'occasion de la conférence NPRNet qui s'est déroulée au SPRU en mars 2002, « it would be important to know whether this goes into basic or more applied research (experts' views on this differ) ».

⁵⁵⁰ C'était l'un des objectifs du projet de l'OCDE « Steering and funding of public research institutions » lancé en septembre 2000.

⁵⁵¹ Ces enquêtes sont basées sur la méthodologie de manuel d'Oslo qui définit les recommandations en matière de recueil des données individuelles d'entreprises pour mesurer l'activité d'innovation. Les pays de l'Union Européenne ont ainsi développé, sous l'égide d'Eurostat, des enquêtes nationales d'innovation basées sur le Community Innovation Survey (CIS).

(Tableau 115). Et dans le cas de la France, de telles coopérations concernent essentiellement des grands groupes et peu les petites et moyennes entreprises.

Tableau 115. Proportion d'entreprises ayant des accords de coopération de R&D avec des universités ou des centres de recherche publics (%)

	Toutes entreprises	Entreprises de moins de 50 salariés
Suède	44,5	5,9
Finlande	38,2	8,6
Norvège	19,0	4,2
Mexique	16,3	
Espagne	13,0	1,0
Allemagne	12,3	4,3
Pologne	12,3	3,6
Autriche	11,9	4,4
Belgique	11,9	2,0
Pays-Bas	11,2	2,4
Royaume-Uni	10,7	3,7
Irlande	10,5	3,8
France	9,9	2,7
Suisse	9,8	5,1
Turquie	9,0	6,4

Source : Eurostat, mai 1999. *Statistics on science and technology in Europe* (2001). En % du total des entreprises considérées.

D'autres indicateurs tendraient à montrer l'intensité croissante des liens science-industrie. C'est le cas par exemple de l'augmentation du nombre de brevets détenus par les universités.⁵⁵² Des indicateurs bibliométriques sont aussi utilisés pour tenter d'appréhender cette hausse des liens science-industrie. Le nombre de papiers écrits par des chercheurs provenant et de la sphère académique et de la sphère privée représenterait une proportion croissante du nombre total d'articles. Le nombre de citations de papiers académiques dans les brevets industriels aurait également subi une forte hausse. Dans le même ordre d'idées, le nombre de nouveaux produits basés sur la recherche universitaire serait en augmentation.⁵⁵³ Il est également possible d'estimer le nombre d'entreprises créées ou directement liées au secteur

⁵⁵² Encore une fois dans le cas américain, cette hausse semble être forte : les institutions académiques américaines détiendraient 6 fois plus de brevets en 1998 qu'en 1982. (National Science Board 2000 p.6-9, Morgan et Strickland 2001 p.113).

⁵⁵³ En général définis comme des produits qui n'auraient pas pu voir le jour sans les résultats issus de la recherche académique.

académique ainsi que le nombre d'emplois ou l'activité générée par les licences et brevets universitaires.⁵⁵⁴

Morgan et Strickland (2001), à partir d'enquêtes spécifiques par courrier et par téléphone auprès de chercheurs académiques dans les domaines scientifiques et techniques, montrent qu'une part importante, et probablement croissante, de la recherche universitaire est orientée vers les besoins des secteurs industriels. Selon eux, un des faits marquants du dernier quart du 20^{ème} siècle est l'orientation croissante de la recherche académique vers l'industrie, ou la « capitalisation » de la recherche académique. En accord avec de nombreux auteurs, ils notent que, dans le cas américain, de nombreux facteurs sont venus favoriser cette « marchandisation » de la connaissance académique. Facteurs institutionnels d'abord avec la création ou le renforcement de programmes visant à favoriser la collaboration entre secteurs industriels et universitaires. Le Bayh-Dole Act de 1980 qui autorise les universités à détenir les brevets dérivés des inventions issues de leurs recherches a joué le même rôle. Les avantages financiers ont également été un facteur important pour inciter certains universitaires à davantage orienter leurs recherches vers le secteur industriel.

Au niveau théorique, un ensemble de travaux – citons ici simplement quelques auteurs parmi les plus significatifs : Gibbons, Mansfield, Nelson, Rosenberg, Mowery, Narin... – se sont efforcés de mieux comprendre les relations science-industrie au-delà du vieux débat entre « demand pull » et « science push ». Les résultats de ces travaux montrent que les processus d'innovation sont loin d'être aussi simples que ce que prévoyait le modèle linéaire : les efforts d'innovations semblent être guidés par la perception des besoins et de la demande mais la recherche plus fondamentale guide et oriente également ces efforts d'innovation.⁵⁵⁵

Du côté des « outputs »⁵⁵⁶ que les entreprises peuvent tirer de la recherche académique, les liaisons science-industrie peuvent être mesurées à l'aide des structures qui émergent de la sphère académique pour migrer vers le secteur privé, telles les incubateurs qui rassemblent en un même lieu les firmes « spin-off » montées par des universitaires. La préhistoire de ces

⁵⁵⁴ Aux Etats-Unis, l'AUTM (Association of University Technology Managers) a pu se livrer à ce genre de calculs. (AUTM 1999).

⁵⁵⁵ Au niveau empirique, un réseau d'institutions académiques européennes s'intéresse plus spécifiquement au cas européen : <http://www.researchineurope.org/> (NPRNet : New Policy Rationales for the Support of Public Research in the EU). Plusieurs rapports financés par le programme TSER de la Commission Européenne peuvent être trouvés sur ce site à l'adresse : <http://www.researchineurope.org/nprnet/documents/index.htm#tser>

⁵⁵⁶ Les inputs étant les sources de financement du secteur privé.

institutions est constituée par les structures en émergence depuis plus d'un quart de siècle maintenant au MIT. Dans le cas de la France, des structures identiques ont été mises en place. (Mustar 1997). D'autres structures, tels que les systèmes qui favorisent les transferts de technologie, ont souvent été développées au sein des universités ou des structures de recherche, en partenariat avec les acteurs prenant part à la chaîne de l'innovation.

La naissance de Dolly, comme l'émergence de nombreuses nouvelles technologies, a impliqué une interaction complexe entre facteurs économiques, technologiques et scientifiques. Cette analyse empirique soutient les thèses avancées par Rosenberg (1994) et Nelson (1993) selon lesquelles la science est « endogène » : une combinaison de facteurs économiques et technologiques assurent les avancées scientifiques qui ne sont alors plus seulement expliquées par des facteurs exogènes. Ces études montrent également l'importance des firmes « hybrides » dans les processus d'innovation. Ces firmes, qui se sont développées depuis la seconde guerre mondiale dans les secteurs industriels où les activités scientifiques jouent un rôle important, tels que les semi-conducteurs, l'électronique, l'informatique et plus récemment les biotechnologies et les nouveaux matériaux, ont des liens particuliers avec les institutions publiques de recherche. La connaissance qu'elles détiennent n'est pas contenue uniquement en leur sein, ou au sein d'autres firmes, mais elle dépend pour une grande part des liens qu'elles tissent avec les universités et autres institutions de recherche. Ces nouvelles formes institutionnelles ont été développées pour tenter de suivre les développements d'une connaissance scientifique en évolution rapide et pour essayer de capter la connaissance créée par des institutions très différentes les unes des autres. Les frontières qui séparent les firmes privées des institutions publiques de recherche sont brouillées dans le cas de ces firmes hybrides. Le personnel de ces firmes a également des statuts souvent spécifiques, quand la législation le permet. C'est le cas par exemple de nombre de fondateurs de ces entreprises hybrides ou des scientifiques qui travaillent en leur sein. Issus de la recherche publique et universitaire, ils peuvent capter, par l'intermédiaire de leurs réseaux informels, les flux de connaissance développés au sein de la recherche académique.

Avec Rosenberg (1990), Pavitt (1991) et Brooks (1994), on peut remarquer qu'une des fonctions importantes de la recherche universitaire est la transmission d'un capital humain scientifique permettant de développer les capacités innovatrices des acteurs. Dans ce sens, la mobilité sectorielle et géographique des chercheurs joue alors un rôle de diffusion des connaissances initialement produites dans le secteur académique (Zucker et Darby 1998, Stolpe 2001). Mais les externalités vont bien évidemment au-delà de cette mobilité des

chercheurs et il est probable qu'elles existent dans les deux sens.⁵⁵⁷ La question est alors de savoir si le secteur de la recherche publique favorise l'innovation. Ou plus précisément, si ce secteur produit des externalités, principalement vers le secteur privé. Si les travaux théoriques sur le sujet sont nombreux, les tentatives d'évaluation empirique de ces externalités sont limitées. Deux notions de proximité doivent être distinguées : la proximité géographique et la proximité scientifique/technologique. L'idée sous-jacente à ces travaux est de savoir si la création de pôles scientifiques et technologiques favorise la diffusion des connaissances scientifiques et par là même l'innovation, en rendant les relations science-industrie plus efficaces. Une autre question est cependant de savoir si le développement des technologies de l'information et de la communication ne remet pas en cause la notion de distance géographique (Beise et Stahl 1999). La plupart des travaux qui tentent de répondre à ces questions sont issus d'analyses tenant d'estimer des fonctions de production de connaissance à la Griliches-Jaffe (Jaffe 1989).

Pour la France, des résultats intéressants peuvent être trouvés dans les travaux de Autant-Bernard (2001). Elle estime un modèle à trois équations simultanées, l'unité géographique étant le département français. Sans entrer dans le détail – du moins pas dans tous les détails économétriques –, notons que la première équation représente la dimension locale des externalités de recherche publique. Schématiquement, l'innovation dans une zone géographique dépend d'un certain nombre de facteurs tels que la R&D privée, la recherche publique géographiquement « proche » – représentant les externalités géographiques – et la recherche publique menée dans un champ disciplinaire similaire – qui représente donc les externalités technologiques. Concrètement dans le cas français, l'activité d'innovation dans un département – mesurée par le log du nombre de brevets – est fonction de la R&D menée dans le secteur privé lissée sur trois ans (1993-96), du nombre de publications estimé par l'OST dans le département, à la frontière du département et plus éloigné⁵⁵⁸, et du nombre de publications dans un champ scientifique proche.⁵⁵⁹

Les équations 2 et 3 du modèle représentent les interactions de la recherche publique et privée, interactions bidirectionnelles et pas seulement de la recherche publique vers la

⁵⁵⁷ Kim et Marschke (2001) montrent par exemple que le risque de mobilité du personnel scientifique auquel les firmes du secteur privé ont à faire face a tendance à augmenter leur propension à breveter. Voir aussi les références citées par nos deux auteurs.

⁵⁵⁸ Grâce à la construction de matrices de proximité.

⁵⁵⁹ Des vecteurs de « position scientifique » sont construits à partir des publications de chaque département.

recherche privée. L'équation 2 fait dépendre la R&D du secteur privé dans une zone géographique de la recherche publique « proche », de la taille de la zone et du capital humain présent dans la zone. La variable dépendante de l'équation 3 est la recherche publique de la zone. Les variables explicatives sont la R&D privée, la recherche publique « plus ou moins éloignée », la taille de la zone et de variables caractérisant la présence d'universités dans la zone.

Les résultats montrent (équation 1) que la recherche publique influence l'innovation mais seulement si elle est géographiquement proche. En revanche, la proximité scientifique n'a pas d'influence. Le capital humain scientifique ne semble pas avoir d'effet sur la recherche privée (équation 2). Par contre, la recherche publique influence fortement et positivement la R&D privée, même si elle est géographiquement éloignée. La recherche publique affecte donc directement et indirectement (par la R&D privée) l'innovation. Les externalités sont géographiquement localisées pour l'innovation mais elles le sont beaucoup moins pour la recherche. Ces résultats sont relativement similaires à ceux obtenus par Mansfield (1991, 1995, 1998), selon lesquels la proximité géographique est plus importante pour la recherche appliquée que pour la recherche fondamentale.⁵⁶⁰

L'équation 3 montre qu'il ne semble pas exister d'externalités de recherche du secteur privé vers le secteur public. Ce résultat est passablement différent de celui obtenu dans le cas américain (Jaffe 1989, Acs *et al.* 1991, Feldman 1994, Zucker *et al.* 1994). Pour ces auteurs, il existe en effet une « self-reinforcement dynamics » : la recherche privée a tendance à être localisée près de la recherche publique alors que la recherche privée est le plus souvent localisée où le niveau de recherche publique est élevé.

Cette différence entre la France et les Etats-Unis pourrait s'expliquer par des différences profondes dans les systèmes nationaux d'innovation. D'une part, la recherche universitaire américaine est financée pour une bonne part par des fonds privés et les firmes ont tendance à favoriser les universités qui sont localisées près d'elles. D'autre part, les universités américaines ont une tradition de recherche appliquée que n'ont pas forcément les universités françaises. Or, par définition, les externalités sont plus importantes de la recherche fondamentale vers la recherche privée qu'inversement.

⁵⁶⁰ Les TIC jouent certainement un rôle ici.

Des signes de l'évolution des relations science-industrie peuvent également être trouvés, mais ce sont seulement les formes les plus visibles, dans la création de firmes par les chercheurs académiques ou dans le développement des programmes européens (Esprit, Race). On peut penser en particulier que des formes contractuelles particulières émergent entre universités et industrie ; certains chercheurs auraient ainsi un statut spécifique qui n'entre que difficilement dans le cadre habituel de l'analyse⁵⁶¹.

Mustar (1997)⁵⁶² analyse la création de firmes « spin-off » par les chercheurs académiques en France. Il montre que pour réussir à créer une entreprise de haute technologie, les chercheurs doivent participer à des réseaux d'acteurs bien établis – universités, entreprises privées, agences publiques et de conseil, participation à des programmes technologiques... – et qu'on est loin de « l'entrepreneur schumpeterien héroïque et solitaire » (p.18). A partir de trois surveys réalisés en 1988, 1991 et 1994, il analyse la création puis l'évolution de ces firmes. Ce phénomène de création d'entreprises est intéressant mais limité en France. En effet, depuis le début des années 90, environ 100 firmes de haute technologie sont créées chaque année. Environ 40 d'entre elles sont le fruit de chercheurs académiques. Ce mouvement s'est probablement accéléré à la fin des années 90 (montée en puissance des biotechnologies, et surtout du secteur informatique) mais reste relativement limité en dépit de son succès médiatique⁵⁶³. La recherche industrielle reste en effet concentrée ; elle concernait moins de 3000 firmes à la fin des années 80.⁵⁶⁴ Quelques caractéristiques des firmes de haute technologie créées par des chercheurs méritent d'être soulignées car elles apportent un éclairage sur le marché scientifique français.

Elles ont des liens très étroits avec le secteur académique – que ce soit par la participation à la publication d'articles ou à des séminaires, ou encore par l'emploi de doctorants – et avec leurs clients. Ces firmes dépendent en très grande majorité de quelques gros clients (voire d'un seul) et il est difficile voire impossible de distinguer dans leurs activités les produits réalisés et les services offerts, puisqu'en général les deux sont associés

⁵⁶¹ Les différentes formes de contrats de travail de ces chercheurs seront à repérer précisément. Pour ces chercheurs, on devra essayer de déterminer : qui les emploie effectivement (ou pour qui ils travaillent réellement), qui les finance exactement, qui leur « donne des ordres » et qui les « contrôle ».

⁵⁶² On retrouve les résultats détaillés dans les deux livres de Mustar (1988, 1994), *Science et innovation : annuaire raisonné de la création d'entreprises technologiques par les chercheurs en France*, Economica.

⁵⁶³ En fait c'est surtout la création d'emploi qui demeure limitée.

(conseil...). Les transferts de connaissances entre les partenaires (universités et clients) se font dans les deux sens. Les interactions semblent donc fortes, comme le soulignent la littérature récente sur l'innovation. On pourrait dire que la troisième sphère du modèle triple hélice se trouve confortée également par le soutien souvent essentiel des pouvoirs publics lors de la création de ces entreprises. Il s'agit de l'aide financière apportée par l'agence de l'innovation (ANVAR), des financements liés à la participation à des programmes européens ou de l'intervention des pouvoirs publics locaux (réduction d'impôt pour la création d'emploi, aides diverses au créateur d'entreprise...). Mustar (1997) établit alors une typologie et montre que les firmes qui réussissent le mieux à se développer (et à survivre) sont celles qui possédaient le réseau de partenaires le plus étoffé. Cette analyse semble donc confirmer, pour ce cas très particulier de la création des firmes hi-tech par des chercheurs académiques français, que l'organisation de la science actuelle nécessite l'interaction de multiples partenaires.

L'analyse des programmes de recherche lancés par l'Union Européenne qui a été menée par le Centre de Sociologie de l'Innovation offre également quelques éléments intéressants (cf. Callon, Larédo, Mustar 1997, p. 403 et s.). Environ 2000 projets ont été lancés sur la période 1984-90 (programmes technologiques de la Commission Européenne d'abord, projets Eureka ensuite) et concernent à peu près 1200 équipes françaises de recherche et 300 entreprises, dont seulement 150 PME. Les programmes européens de recherche semblent être particulièrement efficaces pour construire des nouveaux réseaux regroupant des acteurs et incitent fortement ces acteurs à former des partenariats hétérogènes. Si dans le cas du programme « Science » il s'agit de collaboration scientifique internationale traditionnelle où les deux ou trois acteurs – des laboratoires académiques – se connaissent déjà, le programme Esprit à organiser en moyenne la participation de sept partenaires qui viennent d'horizon différent, qui facilite la convergence entre recherche publique et recherche industrielle. Le projet Eureka « moyen » est constitué « de six partenaires, deux grandes compagnies, deux PME et deux chercheurs professionnels (un cinquième d'entre eux étant privés, venant souvent d'un centre de recherche industriel mixte ou d'un contrat avec une organisation de recherche) » (p. 409). Les laboratoires universitaires paraissent jouer un rôle central dans ces programmes. Mais, la collaboration entre laboratoires publics et industrie semble essentielle car un tiers d'entre eux envisageait la commercialisation de leurs travaux. Inversement, les

⁵⁶⁴ Selon la définition harmonisée de l'OCDE, dite de Frascati : les entreprises de technologie sont celles qui engagent un effort substantiel de recherche i.e. qui emploient au moins une personne à plein temps pour des activités de recherche ou de développement.

industriels considèrent que le développement de nouveaux produits n'est qu'un objectif secondaire à ce partenariat et accordent plus d'importance au développement de leur connaissance de base. Les programmes européens de recherche semblent donc avoir contribué « au renforcement entre science et technologie et [...] souligne la forte continuité entre la production de connaissance et l'innovation » (idem, p. 415).

Gonard (1999) étudie les relations entre la recherche publique et l'industrie à partir de deux études de cas menées sur plusieurs années : GRETh (Groupement de Recherche sur les Echanges Thermiques), qui est un centre de recherche créé en 1983 par l'AFME (aujourd'hui ADEME) et qui constitue pour l'agence le principal instrument d'intervention dans le domaine des échanges thermiques ; ARC (Action de Recherche Concertée), qui est un programme sur la modélisation de la combustion dans les moteurs à piston. Le GRETh est un partenariat entre le centre de recherche nucléaire de Grenoble (qui fait partie du CEA), des laboratoires universitaires et liés au CNRS et des entreprises du secteur privé, dont des PME. L'ARC regroupe des laboratoires du CNRS, Peugeot et Renault au sein du Groupement Scientifique Moteur (GSM), créé avec l'assistance de l'IFP (l'Institut Français du Pétrole). Les conclusions du papier montrent que les partenariats semblent mettre du temps à se développer. A un simple échange d'information scientifique et technique succède ensuite une collaboration davantage basée sur de l'assistance technique, la mise au point de test ou la mise en œuvre de procédés. Les laboratoires académiques développent par exemple une assistance technique et des programmes de formation particulièrement utiles pour les PME. Les firmes peuvent faciliter le travail des chercheurs au sein de leurs laboratoires, recourir à des jeunes chercheurs (CIFRE) et embaucher des chercheurs, en passant progressivement d'une stratégie de « wait and see » à une stratégie de partage et développement de la connaissance. Si la collaboration se poursuit, les partenaires modifient non seulement leurs stratégies mais cela leur posent parfois des problèmes d'organisation, et les poussent à réorganiser leurs activités. C'est particulièrement le cas de PME qui sont poussées à développer leur activité de R&D interne pour pouvoir absorber la connaissance scientifique qui s'avère désormais indispensable pour développer leurs produits.

Un autre élément qui permet d'expliquer la nature et l'importance des relations entre la recherche publique ou universitaire et le secteur privé concerne la taille des entreprises. En effet, bien qu'assez peu de travaux se soient intéressés à la R&D dans les petites et moyennes entreprises, il apparaît que les PME sont, en moyenne, moins innovantes que les grandes firmes. L'idée de base est issue des travaux de Schumpeter qui avançait que les grandes

entreprises ont un avantage compétitif à innover. Cette idée a été testée depuis lors à de nombreuses reprises, en analysant la relation entre activité innovatrice et taille. Les premiers travaux semblent conclure en faveur de l'hypothèse schumpéterienne. Villard (1958), Hamberg (1964) et Nelson *et al.* (1967) observaient ainsi que la proportion d'entreprises ayant des activités de R&D progressait avec la taille des entreprises considérées pour, atteindre pour ainsi dire 100% pour les tailles les plus importantes. Hamberg (1964), Scherer (1965), Mansfield (1964), Link (1981) et Link *et al.* (1988), entre autres, ont précisé cette relation entre taille et R&D en montrant qu'il existe une relation positive entre personnel de R&D et emploi total (pour les seules firmes ayant des activités de R&D). Plus généralement, ces auteurs trouvent que l'activité de R&D augmente de façon monotone avec la taille de l'entreprise et que la moitié de la variation dans l'effort de R&D peut être expliquée par la seule taille. Cependant, une attention toute particulière a été portée à l'élasticité de l'effort de R&D à la taille des entreprises pour l'ensemble des entreprises. Les conclusions qui émergent alors nuancent nos propos précédents puisqu'en général, il est impossible de rejeter l'hypothèse que l'élasticité est égale à l'unité (Mansfield 1964, Scherer 1965, Bound *et al.* 1984, Cohen *et al.* 1987, Pavitt *et al.* 1987). Dans la plupart des secteurs, la majorité des entreprises a des activités de R&D au-dessus d'une certaine taille et leur effort de R&D ne varie pas plus que proportionnellement à leur taille. Ces constatations impliquent alors que les plus grandes entreprises ne représentent pas une part prépondérante de la R&D. La conclusion qui en a souvent été tirée est que les grandes entreprises n'auraient donc pas, contrairement à l'hypothèse de Schumpeter, un avantage à innover. D'autres études sont également venues soutenir cette idée à l'aide de mesures plus directes de l'activité d'innovation telles que les brevets ou l'énumération des innovations (Bound *et al.* 1984, Acs et Audretsch 1991). La conclusion de ces études est que le nombre de brevets ou d'innovations par dollar investi dans la R&D diminue avec la taille de l'entreprise ou avec l'importance de la R&D. Il est également montré que les petites entreprises représentent une part « disproportionnée » de

l'activité de R&D par rapport à leur taille.⁵⁶⁵ Laissons Cohen et Klepper conclure sur ces études⁵⁶⁶ :

« After many decades of study, all the evidence appeared to point in the same direction, and a broad consensus emerged that large firms possessed no special advantage in R&D competition » (Cohen et Klepper, 1996, p. 930).

Néanmoins, et c'est ce qui nous préoccupe directement ici, même s'il ne semble pas exister de relations simples entre taille et R&D, la taille des organisations risque d'être un déterminant de la nature des activités de R&D et en particulier de la plus ou moins grande collaboration (externe) dans les activités de R&D. Les entreprises, petites ou moyennes, disposent rarement d'un laboratoire central et n'ont que des ressources limitées pour conduire les activités de R&D. Elles doivent donc le plus souvent se reposer sur les sources externes de connaissances scientifiques, et principalement sur la recherche publique et universitaire, pour non seulement entreprendre spécifiquement de la R&D mais également pour développer leur capacité d'absorption (Cohen et Levinthal 1989, 1990, Rosenberg 1990). Le plus souvent ces relations ne vont pas se nouer directement entre PME et sphère académique mais passer par un certain nombre de structures intermédiaires telles que les agences de transfert de technologie, les entreprises de consultants, ou plus généralement des agences gouvernementales ou des associations privées spécialisées dans les services aux entreprises (Schuetze 1998).

⁵⁶⁵ Au niveau de la concentration des emplois de chercheurs en France, parmi la population des entreprises exécutant des travaux de R&D, le rapport du nombre de chercheurs à l'ensemble des personnes salariés est, en moyenne, de 3 %. Cette proportion a tendance à diminuer lorsque la taille de l'entreprise augmente : elle est de 7,6% dans les sociétés de taille moyenne (entre 200 et 500 salariés) et atteint 12,4% dans les PME de moins de 200 salariés. Les sociétés de plus de 500 salariés regroupent elles 87% de l'emploi total mais seulement 71% des chercheurs en entreprise y travaillent. Lacourrière et Jacquin (2000) concluent que « cela pourrait traduire une spécialisation en recherche plus forte de la part de certaines petites entreprises sur des créneaux technologiques. »

⁵⁶⁶ Cette conclusion des économistes universitaires est opposée, comme le souligne Scherer (1991), à celle des décideurs économiques. Dans les années 60, les Européens se plaignaient en effet de la trop faible taille de leurs entreprises par rapport aux entreprises américaines dans la compétition technologique. Des propos relativement similaires ont été tenus par les américains à la fin des années 80 et au début des années 90 face à l'émergence de nouveaux concurrents, japonais en premier lieu.

Conclusion

Au niveau macroéconomique, les derniers modèles de croissance endogène montrent que R&D, main-d'œuvre scientifique et croissance économique sont intimement liées par l'intermédiaire de la diffusion des « nouvelles idées » au niveau national et international. Au niveau microéconomique, les travaux « évolutionnistes » ne disent pas autre chose – même si le vocabulaire employé est légèrement différent – en montrant qu'une des fonctions importantes de la recherche universitaire est la transmission d'un capital humain scientifique permettant de développer les capacités innovatrices des acteurs par la diffusion des connaissances, initialement produites dans le secteur académique, qu'elle permet.

Les quelques transformations des systèmes d'innovation que nous venons de souligner dans les sections précédentes – modifications de l'importance et de la nature du financement et de l'exécution de la R&D et transformations des relations entre acteurs de l'innovation – ne sont pas sans effet sur la formation et l'emploi de la main-d'œuvre scientifique et technologique. Cependant, leurs effets sur le marché du travail scientifique sont difficilement décelables avec une analyse trop globale. Il faut entrer dans le détail des fonctions de R&D des chercheurs pour aller au-delà du constat d'une augmentation des emplois de chercheurs dans le secteur privé.

Chapitre 4

De l'existence d'un marché du travail scientifique intermédiaire à l'intersection de deux communautés scientifiques, chercheurs publics-chercheurs privés, aux comportements bien spécifiques

Ce quatrième chapitre tente de combiner les apports de l'économie du travail, approche adoptée dans les deux premiers chapitres, et ceux des travaux sur l'innovation⁵⁶⁷, pour expliquer le développement, et préciser les caractéristiques, d'un marché scientifique intermédiaire à l'intersection des deux communautés scientifiques traditionnellement opposée que sont les chercheurs du secteur académique et ceux du secteur privé. On a en effet pu voir dans le chapitre précédent que les transformations des systèmes nationaux d'innovation ont été importantes, même si les transformations des relations science-industrie sont très variables d'un secteur à l'autre et d'une technologie à l'autre.

Ce chapitre, de nature plus particulièrement empirique, tente de spécifier les caractéristiques de ce marché du travail en examinant l'activité de R&D des jeunes chercheurs français à l'aide de l'enquête Irédu 2001. On reprend à cette occasion les trois étapes de la vie d'un jeune chercheur.

Dans la section I, l'analyse de la période de thèse – et notamment l'étude des conditions de recherche en thèse, du nombre de conférences et de publications, des collaborations dans les publications et des perspectives de carrières – est entreprise. On tente de déterminer si un certain nombre d'éléments ne sont pas déjà présents dès la période de thèse qui orienteraient le chercheur en formation vers tel ou tel « secteur » particulier. Notre hypothèse est qu'un certain nombre de caractéristiques telles que la nature du financement de la thèse,

⁵⁶⁷ Pour dire vite et de façon volontairement simplificatrice...

l'orientation des recherches et l'équipe d'accueil, structurent déjà le marché du travail scientifique.

Dans la section II, les conditions d'emploi des post-doctorants sont examinées. On y analyse les activités de R&D des post-doctorants selon la localisation et la discipline ainsi que la rémunération des post-doctorants en fonction d'un grand nombre de caractéristiques, et notamment de la localisation du post-doc. Le marché post-doctoral ne se rapproche-t-il pas alors du marché scientifique « intermédiaire » ?

Dans la section III, nous tentons de déterminer quelles sont les spécificités de chacun des trois segments du marché du travail scientifique que nous avons isolés dans le chapitre 2 – chercheurs du secteur académique, du secteur privé et du secteur « intermédiaire » – et si l'interprétation en termes de communautés scientifiques est valide. Pour répondre à cette question, nous procéderons en deux étapes en analysant tout d'abord l'appréhension subjective qu'ont les chercheurs eux-mêmes de leurs conditions de travail, à l'aide d'un indicateur synthétique de satisfaction au travail, puis en étudiant de façon plus concrète et objective, les emplois et les activités de R&D des jeunes chercheurs à l'aide d'un certain nombre de caractéristiques. Plus précisément, la première étape tente de modéliser la satisfaction au travail avec des variables relevant de la « sphère » du travail et de la « sphère » de l'innovation. Peut-on alors opposer, et si oui dans quelle mesure, dans cette perspective, les chercheurs « traditionnels » – du secteur académique et du secteur privé – à des chercheurs d'un genre « nouveau » n'appartenant pas, stricto sensu, aux deux communautés précédentes ? Deux études de cas détaillées y seront présentées. Nous étudierons en effet les déterminants de la satisfaction au travail des docteurs aux Etats-Unis – ce qui nous permettra essentiellement de distinguer le secteur académique du secteur privé et gouvernemental – à l'aide de données de la NSF et ceux des docteurs français à l'aide des données de l'enquête Irédu (2001). Dans la seconde étape, nous analyserons en détail les caractéristiques des emplois et des activités de R&D des jeunes chercheurs français (orientation et activités de recherches, réalisation de contrats de recherche, participation à des réseaux scientifiques, autonomie et contraintes ressenties, objectifs à réaliser...) selon la typologie proposée. Nous analyserons également en détail les déterminants du nombre de publications et les profils de collaboration au niveau des publications. Cela nous permettra de voir si l'interprétation en termes de communautés scientifiques est justifiée, et si oui, dans quelle mesure. Nous pourrions également à l'aide de quelques-unes de ces variables comparer les post-doctorants, et notamment les post-doctorants restés dans leur laboratoire de thèse, aux chercheurs du

secteur intermédiaire, et conclure quant aux ressemblances/dissemblances entre ces deux populations.

Section I. Le travail de recherche pendant la thèse

Le travail de recherche des thésards peut être appréhendé à l'aide d'un certain nombre d'indicateurs et de caractéristiques qui sont présentés dans la section 1.1. Une étude plus approfondie du nombre de publications, du nombre de participations à des conférences et de variables de « productivité moyenne » en thèse est ensuite entreprise dans la section 1.2., à l'aide de l'estimation d'un certain nombre de modèles économétriques particuliers – de Poisson, binomiaux négatifs, linéaires à équations simultanées – permettant de tenir compte des spécificités des variables étudiées. La section 1.3. s'intéresse plus spécifiquement à la modélisation des collaborations dans les publications. Enfin, les perspectives de carrières en début de thèse sont étudiées en détail dans la dernière section (1.4.).

1.1. Présentation des variables utilisées et de quelques résultats

Dans notre base de données Irédu 2001, nous disposons d'un certain nombre d'indicateurs pour caractériser l'activité de recherche des docteurs durant la thèse.

Il était demandé aux individus de préciser si l'orientation des recherches de leur thèse était plutôt appliquée ou plutôt fondamentale. La distinction est parfois difficile⁵⁶⁸ à faire entre ces deux types de recherche et la possibilité de double réponse était donc possible.⁵⁶⁹

Globalement autant d'individus déclarent que leur thèse était appliquée que fondamentale (Tableau 117). Plus de 60% des thèses en informatique, physique et chimie sont plutôt des recherches appliquées. En sciences de la vie par contre, seulement un tiers des thèses sont plutôt appliquées.

⁵⁶⁸ Ce que n'ont pas manqué de souligner, avec raison, certains des enquêtés.

⁵⁶⁹ Mais ce choix n'a été fait globalement que par 3% des individus, même si c'est le cas de 10% des docteurs en mathématiques et informatique. De même, quelques individus n'ont pas souhaité répondre à cette question – nous les avons tout de même maintenu dans la base –, arguant en général qu'une telle question n'avait aucun sens pour leur spécialité.

Par laboratoire de rattachement on observe également une certaine variabilité dans les réponses qui n'est pas uniquement due à l'effet discipline. Les thésards des unités propres du CNRS ont des thèses à orientation plus fondamentale que ceux des UMR-URA et surtout ceux des laboratoires universitaires. Ce sont cependant les doctorants du CEA qui se distinguent avec des recherches appliquées en proportion plus élevée qu'ailleurs. La réorientation des activités du CEA depuis plusieurs années vers l'industrie et l'innovation se fait sans doute sentir ici.

Tableau 116. Orientation des recherches en thèse selon le rattachement du laboratoire de thèse (%).

	UMR- URA	Universi- taire	UPR	INRA	INSERM	CEA	Autres
Thèse appliquée	51	66	32	59	35	75	65
Thèse fondamentale	53	40	66	59	63	23	46

Source : enquête Irédu 2001. Réponses multiples possibles. Non réponses incluses (cf. note No. 569).

Le nombre de publications, réalisées pendant la thèse, et dans une moindre mesure le nombre de conférences effectuées durant la thèse – ces deux distributions sont présentées dans la Figure 49 – sont également sensibles à la discipline. Globalement, seulement 8% des docteurs n'ont rien publié pendant la thèse et 5% n'ont jamais participé à une conférence.

Le nombre de publications est particulièrement élevé en sciences de la vie et en chimie. D'une part, c'est un indicateur de l'activité spécifique de recherche de ces deux disciplines. D'autre part, l'entrée dans la recherche publique est plus compétitif qu'ailleurs et la sélection privilégie bien souvent le nombre de publications, incitant probablement les doctorants à publier davantage. Ces deux variables peuvent alors être considérées comme des indicateurs de « productivité » en thèse. Le nombre de conférences auxquelles les docteurs ont participé durant leur thèse est également légèrement plus élevé que la moyenne en sciences de la vie. Mais ce sont surtout les informaticiens qui semblent participer à davantage de conférences que les autres. Nous avons par ailleurs tenté de savoir s'il existait une différence par genre dans les activités de publications et dans l'orientation des thèses, et la réponse semble ici négative, en dehors de l'effet de structure de la discipline.⁵⁷⁰

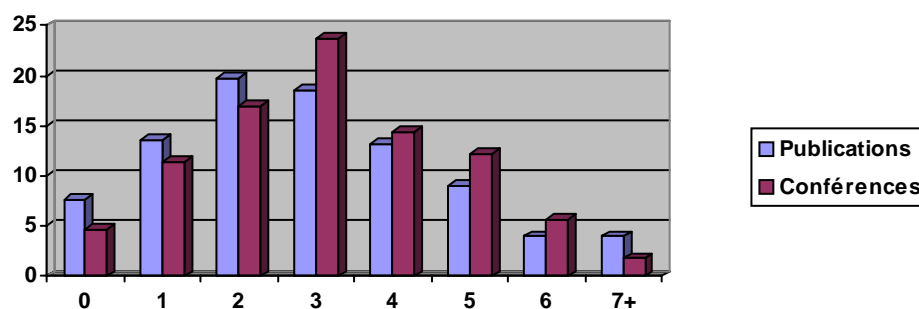
⁵⁷⁰ Dans le chapitre 2, nous avons mis en évidence que d'autres variables pouvaient jouer, telles que le financement obtenu en thèse. Les moniteurs semblaient ainsi avoir une « productivité » en thèse plus élevée que les non moniteurs (Tableau 95, p. 276). Les déterminants de la « productivité moyenne » des thésards vont être étudiés par la suite plus en détail (section « 1.2.3. Une mesure de la productivité moyenne en thèse », p. 416).

Tableau 117. Activités de recherche en thèse : orientation des recherches, publications et conférences (par discipline).

	Physique	Chimie	Biologie	Maths-info.	Total
Thèse plutôt appliquée	67	63	33	73	52
Plutôt fondamentale	32	46	70	37	51
Nombre de publications	2.9 (2.90)	4.1 (2.90)	4.1 (2.57)	3.2 (2.65)	3.6 (2.79)
Nombre de conférences	3.6 (2.74)	3.4 (2.23)	3.9 (3.24)	4.8 (3.0)	3.8 (2.91)
Aucune publication	20	3	2	9	8
1-3 publications	50	54	47	62	52
4 publications et plus	30	43	51	29	41
Aucune conférence	7	7	3	0	5
1-3 conférences	56	55	54	35	52
Plus de 3 conférences	37	38	43	65	43

Source : enquête Irédu 2001. Deux premières lignes : proportions en %. Deux lignes suivantes : moyennes avec écarts-type entre parenthèses. Six dernières lignes : répartition en %.

Figure 49. Distribution du nombre de publications et du nombre de participation à des conférences durant la thèse (%).



Source : enquête Irédu 2001.

61% des docteurs qui visaient une carrière académique ou dans la recherche publique ont une thèse plutôt fondamentale contre seulement 24% de ceux qui envisageaient une carrière de chercheur dans le secteur privé. L'inverse est vrai pour les docteurs dont la thèse est plutôt appliquée. Il est évident qu'un effet discipline joue mais il n'est pas d'une telle ampleur.⁵⁷¹

Le nombre de publications durant la thèse est également fonction de l'objectif de carrière. Si celui-ci est plutôt d'intégrer la recherche académique, alors les thésards semblent

⁵⁷¹ L'estimation de modèles est cependant nécessaire pour éliminer ce biais et pour conclure plus sûrement (cf. section « 1.4. Une analyse des perspectives de carrières en début de thèse », p. 428).

vouloir s'en donner les moyens et publient davantage – 4 publications en moyenne contre 2.8 pour ceux qui sont intéressés par une carrière de chercheur dans le secteur privé.

Tableau 118. Impact des objectifs de carrière sur l'orientation des recherches en thèse et sur le nombre de publications et de conférences.

	Recherche publique	Recherche privée	Ne savait pas exactement
Thèse fondamentale	61	24	54
Thèse appliquée	42	79	54
Nombre de publications	4.0 (2.90)	2.8 (2.39)	2.9 (1.92)
Nombre de conférences	4.0 (3.00)	3.2 (2.30)	3.5 (2.76)

Source : enquête Irédu 2001. Deux premières lignes : proportion en %. Deux dernières lignes : nombre de publications et de conférences avec écarts-types entre parenthèses.

La plupart des articles publiés durant la thèse l'ont été en collaboration avec des coauteurs. Nous possédons ainsi une mesure indirecte de la nature « collaborationniste » de la recherche effectuée en thèse. Ainsi, seulement 10% des individus déclarent avoir publié seul durant leur thèse et pour la très grande majorité d'entre eux ce sont des thésards en mathématiques et en informatique ; ces deux disciplines sont les seules où il est encore possible de publier seul. La publication avec le directeur de thèse est courante mais pas systématique. En revanche, la publication avec les autres membres du laboratoire – autres que le directeur de thèse – est généralisée mais différente selon les disciplines. Ce sont les sciences de la vie qui se distinguent une nouvelle fois avec une faible proportion de docteurs déclarant avoir publié avec d'autres membres de leur laboratoire de thèse. Par contre, une plus forte proportion d'entre eux publie avec des chercheurs d'autres laboratoires publics ou universitaires, ce qui est moins le cas pour les autres disciplines. Enfin, la collaboration avec des chercheurs du secteur privé demeure plus rare puisque seulement 8% des doctorants annoncent avoir publié en commun avec de tels chercheurs ; mais c'est le cas de 17% des chimistes.

Tableau 119. Nature des collaborations dans les publications durant la thèse, par discipline (%).

	Physique	Chimie	Biologie	Maths- info.	Total
Seul	6	1	6	65	10
Avec directeur de thèse	34	17	20	35	24
Avec d'autres chercheurs du labo	41	41	21	43	34
Avec des chercheurs d'autres laboratoires publics ou univ.	32	39	50	26	40
Avec des chercheurs du secteur privé	7	17	5	11	8

Source : enquête Irédu 2001. Le total en ligne ne fait pas 100% puisque des réponses multiples étaient possibles.

Au total, si on construit un indicateur mutuellement exclusif résumant l'activité de publication, on obtient le schéma représenté dans le Tableau 120. La configuration la plus courante est donc de publier avec le directeur de thèse et d'autres membres du laboratoire de thèse. 22% des individus sont dans cette situation. Une autre configuration courante est de publier avec le directeur de thèse, les membres du laboratoire de thèse et d'autres chercheurs publics et universitaires. Cela représente 20% des situations en moyenne et 30% des situations en sciences de la vie. On constate aussi qu'avoir publié uniquement avec le directeur de thèse – sans aucune collaboration – est rare puisque seulement 11% des doctorants sont dans cette situation. De même, et cela ne figure pas dans le tableau vu le faible nombre d'individus concernés, seulement 2% des thésards disent avoir publié seul et uniquement seul durant toute la durée de leur thèse. Mais ils représentent 13% des chercheurs en mathématiques et informatique.

Tableau 120. Nature des collaborations dans les publications durant la thèse : indicateur de choix mutuellement exclusifs, par discipline (%).

	Physique	Chimie	Biologie	Maths- info.	Total
Avec directeur de thèse et d'autres membres du laboratoire	19	21	26	17	22
Avec directeur de thèse, d'autres membres du labo et des chercheurs d'autres labos publics	13	17	30	4	20
Avec directeur de thèse seul	13	18	6	6	11
Seulement avec d'autres membres du labo	15	6	11	0	10
Avec le directeur de thèse et des chercheurs d'autres labo publics	9	12	9	2	9
Avec chercheurs du labo et des chercheurs d'autres labo publics	4	6	4		4

Source : enquête Irédu 2001. Nous n'avons pas fait figurer les autres configurations possibles qui regroupaient moins de 3% des individus chacune.

Selon que les recherches menées durant la thèse sont plutôt appliquées ou plutôt fondamentales, on trouve d'importantes différences dans la collaboration au niveau des publications. La grande différence entre les thèses plutôt fondamentales et les thèses plutôt appliquées se situe au niveau des collaborations dans les publications avec les chercheurs extérieurs au laboratoire de thèse, qu'ils soient publics ou privés. Ainsi, 50% des individus à thèse plutôt fondamentale ont publié avec des chercheurs d'autres laboratoires publics contre seulement 32% des docteurs à thèse non fondamentale. Au niveau des collaborations de publications avec des chercheurs d'entreprises privées, l'inverse est vrai. Collaboration dans les publications et nature des recherches⁵⁷² sont donc, sans surprise, intimement liées. Ce qui est un peu plus surprenant en revanche, c'est que les collaborations avec le secteur privé demeurent relativement limitées durant la thèse. C'est la nature même du système d'innovation français qu'on retrouve ici, à savoir, la concentration des activités de recherche au sein des grands organismes publics de recherche, et plus récemment au sein des universités, et la relative faiblesse des activités de recherche, surtout fondamentales, menées par le secteur privé. Il est vrai aussi que notre mesure des échanges de connaissances entre secteurs ne concerne que les connaissances codifiées et matérialisées sous forme de publications. Cependant, nous disposions de questions spécifiques – uniquement dans la version test du questionnaire car elles ont été enlevées au vu du nombre très faible de

⁵⁷² Et sans doute flux de connaissances générés.

réponses obtenues⁵⁷³ – sur la réalisation de contrats de recherche et les transferts de connaissances avec le secteur privé durant la thèse. Il est alors apparu que le travail en collaboration avec le secteur privé ne concerne qu'une faible partie des docteurs, même si la réalisation de contrats pour le secteur privé – mais le transfert de connaissances est dans ce cas à sens unidirectionnel – est chose plus courante.

98% des doctorants ayant bénéficié d'un financement Cifre ont effectué des recherches appliquées durant leur thèse ; en ce sens le financement Cifre est un succès puisqu'il visait à faire entrer les chercheurs publics dans le secteur privé. Néanmoins au niveau des transferts de connaissances d'un secteur à l'autre les choses sont moins évidentes bien que positives. Ainsi, 22% des docteurs Cifre déclarent avoir publié en collaboration avec des chercheurs du secteur privé contre seulement 7% des docteurs non Cifre.⁵⁷⁴ La proportion de docteurs Cifre ayant publié avec des chercheurs du secteur public est par ailleurs bien plus faible que la proportion correspondante pour les docteurs non Cifre.

De même les docteurs-ingénieurs, qui ont un statut bien spécifique dans le système d'innovation français, collaborent davantage avec le secteur privé durant leur thèse. Au niveau des publications, 13% des docteurs-ingénieurs ont publié en partenariat avec des chercheurs du secteur de la recherche privée, contre 6% pour les non ingénieurs. Leur collaboration avec la recherche publique et universitaire est légèrement inférieure à celle des non ingénieurs.⁵⁷⁵

Tableau 121. Collaboration dans les publications selon l'orientation des recherches menées en thèse (%).

	Thèse fondamentale	Thèse non fondamentale
Seul	10	10
Avec directeur de thèse	78	73
Avec d'autres chercheurs du labo	72	61
Avec des chercheurs d'autres laboratoires publics ou univ.	50	32
Avec des chercheurs du secteur privé	4	15

Source : enquête Irédu 2001. Il s'agit bien ici des thèses à orientation fondamentale d'une part, et à orientation non fondamentale d'autre part. Néanmoins, l'utilisation de la distinction « appliquée / non appliquée » ne modifie que très légèrement les pourcentages présentés ici.

⁵⁷³ En bon économiste, nous avons tenté de maximiser les bénéfices sous une contrainte de ressources limitées.

⁵⁷⁴ Leurs publications sont également en nombre plus limitées, 2.2 en moyenne contre 3.8 pour les docteurs non Cifre.

⁵⁷⁵ Mais l'écart est moindre qu'entre les doctorants Cifre et non Cifre.

On voit donc que champ disciplinaire, orientation des recherches, nombre et type de publications, et objectifs de carrières sont quatre éléments intimement liés.

1.2. Les déterminants de la productivité en thèse : résultats des estimations

Le nombre de publications et le nombre de conférences vont être étudiés dans les deux premières sections (respectivement les sections 1.2.1. et 1.2.2.) à l'aide d'estimations de différents modèles économétriques spécifiques permettant de traiter convenablement la nature particulière de la variable dépendante (discrète à valeurs non négatives). Ces estimations vont permettre d'appréhender les variables qui jouent, toutes choses égales par ailleurs, sur l'activité de publications et de participation à des conférences, en éliminant les interactions entre variables. Nous construisons ensuite des variables de productivité moyenne en thèse et tentons d'en comprendre les déterminants à l'aide de différents modèles (1.2.3.).

1.2.1. Les publications

L'analyse du nombre d'articles publiés durant la thèse va être effectuée avec différents modèles aptes à traiter les problèmes inhérents à l'utilisation de statistiques descriptives simples (interrelations des différentes variables...).⁵⁷⁶ L'activité de publications peut être expliquée par un grand nombre de variables tenant aussi bien aux caractéristiques individuelles (sexe, « motivation » et intérêt pour la publication, quantité de travail fournie, financements de la thèse, perspectives de carrières), qu'à la nature des recherches menées (discipline, orientation des recherches) et à l'environnement plus général de « socialisation » scientifique du doctorant (structure d'accueil, et notamment dynamisme de l'équipe d'accueil, collaborations scientifiques, conditions matérielles de recherche).

1.2.1.1. Les modèles utilisés : comment traiter une variable discrète à valeurs non négatives ?

La variable dépendante en question ici n'est en effet pas continue, mais discrète, et est limitée à des valeurs non négatives. Deux problèmes majeurs se posent alors quant à l'application d'un modèle linéaire à distribution d'erreurs normale. Premièrement, la

distribution de la variable dépendante est oblique à gauche⁵⁷⁷ – nombre important de 0 dans la base – ce qui viole l'hypothèse de normalité. Deuxièmement, l'application d'un modèle linéaire classique risque de prédire des valeurs négatives théoriquement impossibles.

Une alternative intéressante au modèle linéaire est alors d'utiliser un modèle de Poisson, ou une de ses nombreuses variantes.⁵⁷⁸ L'application de la distribution de Poisson a en effet un certain nombre d'avantages : elle autorise la modélisation d'un phénomène discret, à distribution oblique et à valeurs non négatives. Le modèle de Poisson simple suppose que l'espérance et la variance de la variable aléatoire sont égales. Quand variance et espérance sont différentes deux variantes peuvent alors remplacer avantageusement le modèle de Poisson. Il est possible d'introduire un terme qui permet de capter la différence entre variance et espérance. On peut également utiliser une distribution binomiale négative à la place de la distribution de Poisson. Dans ce dernier cas, le paramètre de la distribution supplémentaire est alors lui aussi considéré comme une variable aléatoire.

Plus formellement, pour le modèle de Poisson, nous aurons, si Y représente la variable aléatoire décrivant le nombre de publications d'un individu :

$$P(Y = y_i) = \frac{e^{-\lambda_i} \lambda_i^{y_i}}{y_i!} \quad y_i = 0, 1, 2, \dots$$

avec, dans la formulation log-linéaire la plus courante :

$$\ln \lambda_i = \beta' \mathbf{x}_i$$

Dans ce modèle λ_i représente donc l'espérance et la variance du processus :

$$E(y_i | \mathbf{x}_i) = V(y_i | \mathbf{x}_i) = \lambda_i = e^{\beta' \mathbf{x}_i}$$

⁵⁷⁶ L'analyse développée ici n'est pas en toute rigueur une analyse bibliométrique puisque cela nécessiterait des informations complémentaires que nous sommes loin de disposer dans la base de données (qualité des publications, nombre de citations...).

⁵⁷⁷ Pour ce qui nous concerne ici, ceci semble être plus vrai pour la distribution du nombre de publications que pour celle du nombre de conférences.

⁵⁷⁸ Voir Hausman, Hall et Griliches (1984) pour une application des modèles de Poisson aux brevets. Avec notre base, nous avons le même pourcentage de 'zéro' que nos trois auteurs et nous pouvons reprendre à notre compte les propos qu'ils tiennent : « We do not expect the results to change much since the 'zero' problem is relatively minor in this sample (8 per cent). » (Hausman, Hall et Griliches, 1984, p. 910). Pour une présentation de ces modèles, voir aussi Greene (1999).

\mathbf{x}_i est le vecteur des variables explicatives et $\boldsymbol{\beta}$ le vecteur des paramètres à estimer.

La fonction de vraisemblance à maximiser est donc :

$$\ln L = \sum_{i=1}^n (-\lambda_i + y_i \boldsymbol{\beta}' \mathbf{x}_i - \ln y_i!)$$

Dans le modèle de régression binomial négatif λ_i est spécifié de telle façon à permettre à la variance du processus de différer de l'espérance. Une des solutions possible est telle que⁵⁷⁹ :

$$\ln \lambda_i(u_i) = \boldsymbol{\beta}' \mathbf{x}_i + u_i$$

où $\exp(u_i)$ est distribuée selon une gamma d'espérance 1 et de variance α . La distribution de probabilité est alors :

$$P(Y = y_i | u) = \frac{\exp(-\lambda_i e^u) \lambda_i^{y_i}}{y_i!}$$

Les résultats des estimations de huit modèles sont présentés dans le Tableau 122 (p. 413) : deux modèles linéaires (modèles 1 et 2), trois modèles de Poisson (modèles 3 à 5) et trois modèles binomiaux négatifs (modèles 6 à 8). Les modèles 1, 3 et 6 intègrent des variables objectives de conditions de réalisation de la thèse tandis que les modèles 2, 4 et 7 prennent en plus en compte l'effet « psychologique » de la carrière envisagée. Les modèles 5 et 8 intègrent en outre des variables relatives à la nature de la collaboration dans les publications. Nous n'avons pas pu tester et corriger pour la présence éventuelle d'un problème de sélection puisque notre base ne contient que les individus ayant terminé leur thèse.

Pour les modèles de régression de Poisson et les modèles de régression binomiaux négatifs, les effets marginaux ont été calculés comme suit :

$$\frac{\partial E(y_i | \mathbf{x}_i)}{\partial \mathbf{x}_i} = \lambda_i \boldsymbol{\beta}$$

⁵⁷⁹ Voir Cameron et Trivedi (1998) pour une analyse complète de ce type de modèles.

Les résultats diffèrent assez peu entre les trois types de modèles, comme cela était pressenti.⁵⁸⁰ Quatre catégories principales de variables ont été isolées à partir de la base de données Irédu 2001 : la discipline et l'orientation des recherches, le laboratoire de thèse, la nature du financement obtenu en thèse et les perspectives de carrières. Quelques autres variables (ingénieur, sexe, durée de la thèse, nature de la collaboration dans les publications) ont également été testées.

1.2.1.2. Quelques résultats

La première variable concerne la discipline du doctorat. Sans conteste, les doctorants en chimie et en biologie publient davantage⁵⁸¹, toutes choses égales par ailleurs. Attention, si la variable 'sciences de la vie' est pas ou peu significative dans les modèles, il faut noter que nous avons gardé dans ces modèles la présence d'un type de financement qui est relativement corrélé avec cette variable, la variable financement 'bourse d'une association et d'une fondation'. comme nous l'avons déjà signalé, la majorité – mais pas l'exclusivité – des titulaires d'un tel financement se trouve dans la discipline des sciences de la vie.⁵⁸² En enlevant cette variable des modèles, la significativité de la variable 'sciences de la vie' augmentait de manière à devenir significative dans tous les modèles.⁵⁸³

L'orientation des recherches menées durant la thèse a également un effet sur le nombre de publications. Les thésards à thèse plutôt fondamentale publient en moyenne 0,6 articles en plus durant leur thèse.

Le deuxième groupe de variables concerne le laboratoire où a été effectuée la thèse. Seule la variable 'unité propre de recherche du CNRS' était significative dans tous les modèles estimés et c'est donc la seule à avoir été conservée.⁵⁸⁴ En effet, les thésards qui ont fait leur thèse dans une UPR publient en moyenne 0,6 à 0,8 articles en plus, une fois pris en

⁵⁸⁰ Cf. note précédente, No. 578.

⁵⁸¹ Les effets marginaux vont respectivement de 1.07 à 1.27 pour les chimistes et de 0,37 à 0,67 pour les biologistes.

⁵⁸² Voir Tableau 31, p. 139.

⁵⁸³ Nous avons rencontré un problème similaire dans le chapitre 2 lors de l'étude des effets productivité en thèse sur l'insertion. Cf. section « D. Quels effets « productivité » de la recherche en thèse sur l'accès à un poste académique ? » (p. 281).

⁵⁸⁴ Des estimations systématiques ont été faites avec des combinaisons variées de variables de financements.

compte l'ensemble des autres effets.⁵⁸⁵ Cet effet du laboratoire de thèse traduit probablement l'importance de la dimension collective dans la recherche, le chercheur ayant tendance à augmenter sa productivité par son travail avec des scientifiques réputés ou dans une équipe dynamique. Notons que cette dimension collective de la recherche peut être à l'origine ou peut influencer le processus de l'avantage cumulatif (effet Matthieu) dont nous reparlerons lors de l'étude du nombre de publications durant l'emploi post-post-doctorat.⁵⁸⁶

La troisième catégorie de variables explicatives est représentée par la nature du financement obtenu durant la thèse.⁵⁸⁷ Les allocataires-moniteurs ont, selon ces modèles, une activité de publication plus importante⁵⁸⁸. Ce sont les boursiers Cifre qui publient le moins d'articles scientifiques durant leur thèse. Enfin, les titulaires d'une bourse d'une association et d'une fondation, et nous en avons déjà parlé, publient davantage. Il est intéressant de constater qu'une fois introduites les perspectives de carrières qu'avaient les docteurs en début de thèse, les écarts dans l'activité de publications par type de financement ont tendance à se resserrer⁵⁸⁹, et que c'est l'effet marginal des titulaires d'une bourse Cifre qui varie le plus.⁵⁹⁰

A ce propos, le quatrième groupe de variables introduites dans les modèles 2, 4 et 6 sont les variables décrivant les perspectives de carrières des individus en début de thèse. L'introduction de telles variables peut se justifier par la variation de l'effort de publications de la part des doctorants qu'elles risquent d'impliquer. En effet, et cela est confirmé par les estimations, sans toutefois remettre en cause l'ensemble des résultats précédents puisque les effets marginaux et la significativité de chacune des autres variables demeurent relativement inchangés⁵⁹¹, les docteurs qui souhaitaient devenir chercheur dans le secteur privé ont publié

⁵⁸⁵ Rappelons-nous que nous avons montré, dans le chapitre 2, que les thésards des UPR étaient ceux qui avaient la plus forte propension à partir en post-doctorat à l'issue de leur thèse. Nous avançons alors des explications notamment liées aux effets réseaux de ces laboratoires, explications plausibles puisque nous contrôlions pour le nombre de publications en thèse.

⁵⁸⁶ Cf. section « 3.3. », p. 552).

⁵⁸⁷ Nous avons procédé comme à l'accoutumée, en ajoutant puis en enlevant les variables non significatives, et en testant systématiquement et successivement tout un ensemble de variables de financement.

⁵⁸⁸ L'effet marginal va de 0,49 à 1,12 et est en général – à l'exception du modèle 8 – très significatif. On retrouve ainsi le résultat mis en évidence, à partir de statistiques descriptives, dans le chapitre 2 (cf. Tableau 95, p. 276).

⁵⁸⁹ Du modèle 1 au modèle 2 on passe par exemple d'un écart de publications de 2,06 entre allocataires-moniteurs et Cifre à un écart de 1,75.

⁵⁹⁰ Il augmente de près de 0,2 points, même si cela ne remet pas en cause la conclusion initiale : les thésards Cifre publient relativement moins que les autres.

⁵⁹¹ Ce sont les effets marginaux relatifs aux financements de thèse qui varient le plus, les autres effets marginaux demeurant quasi inchangés après l'introduction des variables de carrières.

moins (0,5-0,6 articles en moins) ainsi que les docteurs qui n'avaient pas vraiment d'idée quant à leur carrière professionnelle (de 0,6 à 0,9 articles en moins selon les modèles) par rapport à ceux qui voulaient intégrer le secteur de la recherche publique ou universitaire.

Quelques autres variables ont été introduites dans les modèles. C'est le cas de la variable ingénieur qui a été conservée bien qu'elle ne soit significative, à 10%, que dans un seul des modèles. On ne peut donc pas avancer que les docteurs-ingénieurs publient moins pendant leur thèse que les non ingénieurs.

De façon un peu plus surprenante, la durée de la thèse semble avoir un léger effet négatif sur le nombre d'articles publiés durant la thèse. Un effet quadratique a été testé mais les deux termes n'étaient que peu ou pas significatifs ; nous nous sommes donc rabattus sur une forme linéaire simple.⁵⁹² Retenons donc que, pour les thèses qui ont des durées classiques, la durée de la thèse n'a pas l'effet positif escompté sur le nombre de publications, bien au contraire puisque celui semble très légèrement décroître avec la durée. Ce ne serait qu'à partir d'un seuil élevé – estimé à cinq ans – que la durée de la thèse se traduirait alors par un nombre de publications plus grand. Dans ce cas, la durée des thèses, et toujours pour des thèses qui se situent dans des limites « raisonnables », pourrait traduire les difficultés rencontrées par le thésard durant sa recherche, difficultés qui entraveraient sa productivité. Ce ne serait que pour des durées de thèse élevées que les thésards ayant pu rencontrer des problèmes parviendraient à rattraper et à contrebalancer les effets négatifs sur leur productivité observés durant les premières années de leur thèse.⁵⁹³

Par ailleurs, il n'existe pas de différences significatives entre hommes et femmes dans l'activité de publications durant la thèse, c'est pourquoi cette variable a été ôtée lors de l'estimation de ces modèles.

⁵⁹² A titre d'exemple dans le modèle 1, les coefficients relatifs à la durée et à son carré étaient de -0.131 et 0.00107, ce qui implique que le nombre de publications diminue avec la durée jusqu'à un seuil évalué à 61 mois puis augmente. Ce n'est donc qu'après ce seuil de 5 ans que la durée de la thèse a un effet positif sur le nombre de publications. Or, très peu de thèses, dans les disciplines scientifiques, ont une durée aussi importante, ce qui rend ce seuil assez théorique. Le seuil estimé pour le modèle 4 est de 58 mois. A titre d'exemple, toujours pour le modèle 1, on peut calculer à partir de ces deux coefficients que l'effet marginal de la durée sur le nombre de publications passe de -2,53 pour une thèse de 24 mois, à -3,82 pour une thèse de 48 mois, -4,01 pour une thèse de 60 mois, pour revenir à -3,89 pour une thèse de 72 mois. On va donc conclure que, pour des durées de thèse « normales », la durée de la thèse n'exerce que peu d'effets sur le nombre de publications, toutes choses étant égales par ailleurs.

⁵⁹³ De ce point de vue, il aurait été intéressant de contrôler pour un éventuel effet de sélection induit par l'abandon en thèse, même si l'abandon se produit le plus fréquemment en début de thèse.

Enfin, la nature de la collaboration dans l'activité de publications a également été introduite dans ces modèles expliquant le nombre de publications (modèles 5 et 8).⁵⁹⁴ Mais attention au caractère fallacieux d'une telle variable. En effet, les individus qui n'ont rien publié n'ont évidemment pas collaboré avec qui que ce soit durant leur thèse ce qui introduit un biais dans l'analyse.⁵⁹⁵ En revanche, il est possible de tenter de savoir quel type de collaboration est le plus productif en termes de publications scientifiques. C'est ce que nous faisons ici.

Nous avons tout d'abord introduit toutes les combinaisons différentes possibles de types de collaboration avec des variables binaires mutuellement exclusives les unes des autres, soit 24 combinaisons au total – « seul-directeur de thèse », « directeur de thèse-autres membres du laboratoire de thèse », « seul-autres membres du labo-membres extérieurs au labo »... telles que présentées dans le Tableau 120 p. 404. Puis nous n'avons retenu que les variables dichotomiques significatives par élimination progressive des variables non significatives⁵⁹⁶. Quatre modalités de collaboration dans les publications sont donc présentes dans les tableaux (la référence étant donc la situation 'autres types de collaboration').

Si le thésard a publié avec son directeur de thèse, des chercheurs du laboratoire et des chercheurs d'autres laboratoires publics ou si l'individu a publié avec des chercheurs de son laboratoire et des chercheurs d'autres laboratoires publics cela augmente le nombre de publications de un article en moyenne. En revanche si le thésard a largement collaboré – la variable « tous sauf seul » signifie qu'il a publié avec les quatre types de chercheurs qui étaient proposés mais qu'il n'a pas publié seul – ou s'il a publié seulement avec son directeur de thèse, alors le nombre d'articles augmente de deux ou plus. La configuration la plus efficace est, selon ces estimations, cette dernière combinaison.⁵⁹⁷

⁵⁹⁴ Nous ne disposons pas du nombre de co-auteurs par papier ni du nombre d'articles par auteur ce qui serait nécessaire pour une analyse plus approfondie de la réelle « productivité » des doctorants.

⁵⁹⁵ Il ne s'agit pas d'un biais de sélection au sens strict mais d'un problème logique pur et simple du fait de l'introduction de deux variables intrinsèquement liées...

⁵⁹⁶ Nous avons tenté d'utiliser différentes procédures de sélection automatique mais il est apparu que la méthode manuelle longue et fastidieuse est en général plus efficace et surtout plus « intelligente »...

⁵⁹⁷ Même si, au vu des erreurs-types, la différence d'effets marginaux pour les deux dernières combinaisons n'est pas significative.

Tableau 122. Nombre de publications durant la thèse : résultats des estimations des modèles linéaires, de Poisson et binomiaux négatifs.

	Modèles linéaires		Modèles de Poisson			Binomiaux négatifs		
	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4	Modèle 5	Modèle 6	Modèle 7	Modèle 8
Constante	3.88*** (0.73)	4.25*** (0.75)	4.78*** (0.57)	5.08*** (0.57)	4.58*** (0.59)	4.83*** (0.77)	5.13*** (0.77)	4.58*** (0.77)
Ingénieur	-0.32 (0.28)	-0.27 (0.29)	-0.35* (0.21)	-0.30 (0.21)	-0.31 (0.21)	-0.37 (0.26)	-0.35 (0.26)	-0.36 (0.26)
Discipline : physique	0.06 (0.45)	0.05 (0.46)	-0.041 (0.34)	-0.06 (0.34)	0.04 (0.35)	-0.14 (0.38)	-0.18 (0.38)	-0.05 (0.38)
Chimie	1.20*** (0.47)	1.27*** (0.47)	1.10*** (0.33)	1.15*** (0.33)	1.09*** (0.35)	1.07*** (0.47)	1.11*** (0.42)	1.07*** (0.42)
Sc. de la terre	-0.39 (0.71)	-0.37 (0.71)	-0.51 (0.56)	-0.48 (0.56)	-0.76 (0.56)	-0.53 (0.85)	-0.52 (0.88)	-0.82 (0.99)
Biologie	0.67 (0.46)	0.62 (0.46)	0.60** (0.31)	0.54* (0.33)	0.37 (0.34)	0.61* (0.38)	0.54 (0.37)	0.38 (0.39)
Thèse fondamentale	0.64*** (0.25)	0.53** (0.26)	0.65*** (0.18)	0.52*** (0.18)	0.60*** (0.19)	0.67*** (0.22)	0.54*** (0.22)	0.63*** (0.23)
Laboratoire : UPR	0.78*** (0.33)	0.79*** (0.33)	0.63*** (0.21)	0.66*** (0.21)	0.67*** (0.21)	0.64** (0.32)	0.66** (0.31)	0.65** (0.31)
Financement : allocataire- moniteur	1.12*** (0.32)	0.98*** (0.32)	0.87*** (0.20)	0.74*** (0.20)	0.49*** (0.20)	0.93*** (0.27)	0.79*** (0.27)	0.51* (0.28)
Bourse d'un organisme public	-0.63* (0.38)	-0.56 (0.39)	-0.70** (0.29)	-0.60** (0.29)	-0.54* (0.29)	-0.66* (0.39)	-0.55 (0.39)	-0.54 (0.40)
Bourse Cifre	-0.94** (0.41)	-0.77** (0.43)	-1.31*** (0.36)	-1.10*** (0.36)	-1.08*** (0.36)	-1.29*** (0.37)	-1.12*** (0.37)	-1.13*** (0.39)
Bourse association, fondation	0.80** (0.38)	0.82** (0.38)	0.70*** (0.25)	0.70*** (0.25)	0.60*** (0.24)	0.72** (0.36)	0.72** (0.35)	0.60* (0.35)
Durée de la thèse (mois)	-0.030** (0.014)	-0.029** (0.014)	-0.03*** (0.01)	-0.03*** (0.01)	-0.03*** (0.01)	-0.033** (0.014)	-0.032** (0.014)	-0.028** (0.014)
Carrière envisagée : voulait secteur privé		-0.63** (0.31)		-0.61*** (0.22)	-0.52** (0.22)		-0.61*** (0.25)	-0.48* (0.25)
Ne savait pas exactement		-0.89*** (0.34)		-0.88*** (0.25)	-0.67*** (0.25)		-0.87*** (0.36)	-0.64* (0.35)
Collaboration : directeur, labo et autres publics					0.96*** (0.19)			0.99*** (0.27)
Chercheurs labo et autres labo publics					1.0*** (0.37)			1.01* (0.57)
Seul et directeur de thèse					2.3*** (0.55)			2.28*** (0.96)
Tous sauf seul					1.93*** (0.58)			1.97*** (0.80)
R2	0.16	0.18						
Ln L			-1127.1	-1118.8	-1095.5	-1084.6	-1079.8	-1065.5
Ln L0			-1214.7	-1214.7	-1214.7	-1127.1	-118.8	-10.95.5
Chi-deux			175.3***	191.7***	238.5***	84.8***	78.13***	59.9***
Nombre d'observations	482	482	482	482	482	482	482	482

Source : enquête Irédu 2001. Estimations ML des modèles considérés. Deux premières colonnes : coefficients avec erreurs-types entre parenthèses. Six colonnes suivantes : effets marginaux avec erreurs-types entre parenthèses. * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

1.2.2. La participation à des conférences

Nous estimons le même type de modèles mais cette fois la variable dépendante est le nombre de participations à des conférences durant la thèse. Nous présentons les résultats de l'estimation de 6 modèles différents dans le Tableau 123 (p. 416) : deux modèles linéaires, deux modèles de Poisson et deux modèles binomiaux négatifs. Nous détaillerons moins que précédemment les effets des différentes variables compte tenu du fait que le nombre de

participations à des conférences semble plus délicat à estimer et que l'effet de certaines variables sont relativement similaires à ce qui a été obtenu, et qu'en conséquence, les nombreuses remarques qui ont été faites à cette occasion s'appliquent ici pour une bonne part.

Les docteurs-ingénieurs semblent participer moins fréquemment à des conférences que les docteurs non ingénieurs (effet marginal de (-0,5 à -0,7). Cette variable a un effet légèrement plus prononcé et plus significatif ici qu'elle n'avait sur le nombre de publications.

Le sexe semble également avoir un léger impact ici contrairement aux estimations précédentes sur le nombre de publications, les femmes participant légèrement moins fréquemment à des conférences que les hommes. Une explication plausible à cette légère différence hommes-femmes au détriment de ces dernières est peut-être à chercher du côté de la nature sexuée des rôles familiaux. La participation à la plupart des conférences implique en effet une mobilité, qu'elle soit nationale ou internationale. Les charges familiales qui pèsent traditionnellement plus sur les femmes peuvent alors expliquer la différence observée au niveau de la participation à des conférences, tout comme elles pouvaient expliquer les différences observées au niveau de la mobilité internationale en post-doctorat.⁵⁹⁸

Ce sont sans conteste les docteurs en informatique et, dans une moindre mesure, les docteurs en sciences de la vie qui participent à un nombre plus élevé de conférences, les effets marginaux étant respectivement de 2,2-2,4 et 1,3-1,4 pour ces deux disciplines.⁵⁹⁹ Notons néanmoins cette fois que la variable « bourse d'une association, d'une fondation », corrélée à la variable sciences de la vie, exerce un effet négatif sur le nombre de conférences et, qu'en conséquence, l'effet marginal de la variable sciences de la vie est inférieur à ce qui est indiqué ici.⁶⁰⁰

L'orientation des recherches en thèse n'exerce pas d'effet sur le nombre de conférences, contrairement à ce qui se passait pour le nombre de publications.

Le laboratoire de rattachement – dont on n'a isolé ici, après plusieurs estimations, que deux modalités : universitaire et INRA – exerce des effets relativement limités et peu

⁵⁹⁸ Cf. chapitre 2, section « 2.1.4.4.. Expliquer la localisation du post-doc : résultats des estimations sur données Irédu 2001 », p. 214.

⁵⁹⁹ Néanmoins, l'effet est peu ou pas significatif pour les sciences de la vie.

⁶⁰⁰ C'est ce qui était effectivement obtenu par la réestimation du modèle avec omission de la variable « bourse d'une association ou d'une fondation ».

significatifs. Les docteurs de l'INRA participeraient, selon nos modèles, relativement moins à des conférences que les thésards des autres laboratoires.

Au niveau des financements obtenus en thèse, on retrouve des effets similaires à ceux obtenus avec les estimations réalisées sur le nombre de publications. Les allocataires, mais encore davantage les allocataires-moniteurs, participent à plus de conférences que les autres doctorants. Les Cifre en revanche sont dans une situation opposée puisqu'ils font clairement moins de conférences durant leur thèse.

Les docteurs dont les perspectives de carrières étaient orientées vers le secteur privé et ceux qui n'avaient pas de perspectives de carrières bien définies ont un nombre de conférences plus faible que les individus dont l'inclination portait vers le secteur académique. Cet effet est similaire à celui observé précédemment sur le nombre de publications, même s'il est d'une significativité plus faible.

Pour terminer, signalons que les variables relatives à la durée n'ont pas été conservées dans les modèles estimés ici puisqu'elles n'étaient pas significatives, contrairement aux estimations réalisées sur le nombre de publications.

Tableau 123. Nombre de conférences durant la thèse : résultats des estimations des modèles linéaires, de Poisson et binomiaux négatifs.

	Linéaires		Poisson		Binomiaux négatifs	
	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4	Modèle 5	Modèle 6
Constante	2,601** (1,015)	2,903*** (1,029)	3,787*** (0,803)	4,079*** (0,814)	3,839*** (1,068)	4,097*** (1,103)
Sexe : féminin	0,322 (0,276)	0,348 (0,276)	0,326* (0,195)	0,335* (0,195)	0,328 (0,257)	0,354 (0,258)
Ingénieur	-0,657** (0,319)	-0,573* (0,325)	-0,700*** (0,234)	-0,614** (0,239)	-0,651* (0,342)	-0,577* (0,349)
Discipline : physique	1,151 (0,979)	1,135 (0,983)	1,238 (0,779)	1,216 (0,784)	1,143 (1,018)	1,142 (1,057)
Chimie	0,904 (0,984)	0,931 (0,985)	0,973 (0,784)	0,994 (0,787)	0,919 (1,029)	0,963 (1,063)
Sciences de la terre	1,214 (1,143)	1,133 (1,142)	1,299 (0,883)	1,228 (0,886)	1,270 (1,357)	1,213 (1,410)
Biologie	1,378 (0,979)	1,311 (0,981)	1,448* (0,776)	1,374* (0,781)	1,412 (1,022)	1,368 (1,056)
Informatique	2,492** (1,052)	2,418** (1,051)	2,370*** (0,807)	2,279*** (0,810)	2,297** (1,083)	2,234** (1,108)
Recherche en thèse : plutôt fondamentale	-0,084 (0,284)	-0,191 (0,291)	-0,090 (0,203)	-0,190 (0,208)	-0,065 (0,280)	-0,164 (0,289)
Laboratoire de thèse : universitaire	-0,508 (0,503)	-0,507 (0,502)	-0,512 (0,368)	-0,495 (0,369)	-0,620 (0,431)	-0,568 (0,454)
INRA	-1,024* (0,602)	-1,079* (0,602)	-1,160** (0,488)	-1,197** (0,490)	-1,170 (0,850)	-1,210 (0,837)
Financement en thèse : allocataire	0,474 (0,348)	0,460 (0,347)	0,468* (0,251)	0,458* (0,251)	0,456 (0,346)	0,436 (0,348)
Allocataire-moniteur	0,608 (0,422)	0,503 (0,426)	0,593** (0,297)	0,499* (0,300)	0,608 (0,412)	0,519 (0,408)
Bourse d'un orga public, BDI	0,396 (0,466)	0,454 (0,467)	0,425 (0,341)	0,482 (0,342)	0,361 (0,457)	0,448 (0,463)
Cifre	-0,748 (0,494)	-0,606 (0,501)	-0,979** (0,403)	-0,830** (0,409)	-0,962 (0,739)	-0,810 (0,756)
Bourse d'une association, fondation	-0,698 (0,427)	-0,698 (0,426)	-0,690** (0,310)	-0,678** (0,310)	-0,742** (0,358)	-0,729** (0,358)
Carrière envisage : secteur privé		-0,570* (0,332)		-0,564** (0,244)		-0,557 (0,343)
Ne savait pas exactement		-0,477 (0,371)		-0,450* (0,270)		-0,460 (0,386)
R2	0.08	0.08	0.14	0.14		
lnL	-1215.4	-1213.5	-1165.8	-1162.2	-1114.5	-1112.4
lnL0	-1235.4	-1235.4	-1208.0	-1208	-1165.8	-1162.2
Chi2	40.0	44.8	84.5***	91.6***	102.5***	99.6***
Nombre d'observations	482	482	482	482	482	482

Source : enquête Irédu 2001. Estimations ML des modèles considérés. Deux premières colonnes : coefficients avec erreurs-types entre parenthèses. Quatre colonnes suivantes : effets marginaux avec erreurs-types entre parenthèses. Références pour la discipline : mathématiques. * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

1.2.3. Une mesure de la productivité moyenne en thèse

Nous allons procéder ici en deux étapes :

- D'une part, nous allons estimer simultanément par les MCG deux modèles linéaires expliquant le nombre de publications et le nombre de conférences (1.2.3.1.). Ces deux variables sont en effet en partie liées et expliquées par des vecteurs de variables explicatives relativement similaires, comme les deux sections précédentes l'ont montré. Il faut donc tenir compte des interactions entre ces deux variables pour obtenir des estimateurs satisfaisants. Il s'agit bien ici de modèles linéaires dont on sait par ailleurs⁶⁰¹ qu'ils ne sont pas particulièrement adaptés aux variables que nous étudions ici. Il faudra donc garder cette limite à l'esprit lors des brefs commentaires qui seront détaillés ci-après. C'est ce qui explique d'ailleurs la brièveté de nos commentaires.
- D'autre part, nous avons construit des variables de productivité moyenne en utilisant diverses pondérations pour le nombre de publications et le nombre de conférences. On estime alors des modèles linéaires expliquant ces variables de productivité moyenne (1.2.3.2.).

1.2.3.1. Des estimations de modèles linéaires à équations simultanées...

Les résultats des estimations simultanées des deux équations – expliquant respectivement le nombre de publications et le nombre de conférences – sont fournis dans le Tableau 124 (p. 418). Les vecteurs des variables explicatives des deux équations sont légèrement différents l'un de l'autre et ne s'écartent pas outre mesure de ceux utilisés dans les deux sections précédentes. On retrouve d'ailleurs les principaux résultats qui y ont été énoncés. Nos différentes estimations montrent en effet que les estimations simultanées des deux équations ne transforment pas outre mesure les résultats obtenus à l'aide d'estimations séparées telles qu'elles ont été effectuées auparavant (modèles linéaires du Tableau 122, p. 413 et du Tableau 123, p. 416). Par exemple, pour le nombre de publications, les variables suivantes exercent un effet positif : chimie, biologie (et bourse d'une association ou d'une fondation⁶⁰²), allocataire-moniteur, UPR et thèse à orientation fondamentale. Les variables à effet négatif sont : bourse d'un organisme public, bourse Cifre, carrière envisagée dans le secteur privé et « pas de plan de carrière défini ». Pour le nombre de conférences, les variables dont l'effet est positif sont la discipline informatique et le financement « allocataire ». Les

⁶⁰¹ Comme cela a été rappelé au début de la section « 1.2.1. Les publications » (p. 406).

⁶⁰² Cf. notre remarque dans la section « 1.2.1. Les publications » lors des commentaires relatifs aux effets disciplinaires, et note No. 583, p. 409.

variables à effet négatif se composent des variables ingénieur, URA, Cifre, bourse d'une association et d'une fondation.⁶⁰³

Tableau 124. Nombre de conférences et de publications durant la thèse : résultats des estimations des modèles linéaires par les MCG.

	Nombre de publications		Nombre de conférences
Constante	3,778*** (0,492)	Constante	2,935*** (0,907)
Sexe : féminin	-0,261 (0,247)	Sexe : féminin	0,332 (0,270)
Ingénieur	-0,273 (0,282)	Ingénieur	-0,561* (0,315)
Discipline : physique	0,077 (0,450)	Discipline : physique	1,011 (0,912)
Chimie	1,353*** (0,462)	Chimie	0,797 (0,916)
Sciences de la terre	-0,188 (0,694)	Sciences de la terre	0,972 (1,071)
Biologie	0,834* (0,449)	Biologie	1,136 (0,912)
Thèse plutôt fondamentale	0,030* (0,018)	Informatique	2,296** (0,955)
Labo : UPR	0,954*** (0,308)	Thèse plutôt fondamentale	0,001 (0,002)
Financement : allocataire-moniteur	0,988*** (0,269)	Labo : universitaire	-0,356 (0,457)
Bourse d'un organisme public, BDI	-0,710** (0,286)	URA	-1,003* (0,546)
Cifre	-0,986*** (0,302)	Financement : allocataire	0,464** (0,215)
Bourse association, fondation	0,711** (0,317)	Allocataire-moniteur	0,439 (0,293)
Durée de la thèse	1,44E-3 (1,69E-3)	Bourse d'un organisme public, BDI	0,434 (0,317)
Carré de la durée	0,000* (0,000)	Cifre	-0,625* (0,337)
Carrière envisage : secteur privé	-0,761*** (0,289)	Bourse association, fondation	-0,709** (0,360)
Ne savait pas exactement	-0,959*** (0,334)	Carrière envisage : secteur privé	-0,513 (0,316)
		Ne savait pas exactement	-0,472 (0,363)
R2	0.178		0.085
R2 corrigé	0.151		0.053
Nombre d'observations	482		482

Source : enquête Irédu 2001. * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

1.2.3.2.. ...aux estimations sur la productivité moyenne

⁶⁰³ Nous nous permettons de renvoyer le lecteur intéressé aux deux sections précédentes pour obtenir davantage de précisions à ce sujet.

Dans un premier temps, on construit donc une variable de « productivité moyenne » en thèse sur le modèle de ce qui a été fait dans le chapitre 2⁶⁰⁴ :

$$Pm_i = \alpha Np_i + (1 - \alpha) Nc_i \quad \alpha \in [0,1]$$

où Np_i est le nombre de publications en thèse et Nc_i le nombre de participations à des conférences en thèse pour l'individu i . α est un paramètre de pondération à spécifier.

Dans un second temps on fait dépendre cette variable d'un certain nombre de variables explicatives – qui reprennent l'essentiel des variables introduites dans les modèles expliquant le nombre de publications et le nombre de conférences – comme suit :

$$Pm_i = \beta \mathbf{x}_i + u_i \quad u_i \sim N(0, \sigma^2)$$

où \mathbf{x}_i est le vecteur des variables explicatives et β le vecteur des paramètres à estimer.

Les résultats des estimations de 6 modèles différents sur le \log^{605} des variables de productivité moyenne – on estime donc ici l'équation suivante : $\ln Pm_i = \beta \mathbf{x}_i + u_i$ – sont présentés dans le Tableau 125 (p. 421) :

- Les modèles 1 et 2 pondèrent à égalité nombre de publications et nombre de conférences ($\alpha = 0,5$).
- Les modèles 3 et 4 pondèrent à 25% le nombre de publications et à 75% le nombre de conférences ($\alpha = 0,25$).
- Les modèles 5 et 6 font l'inverse, pondérant les publications à 75% et les conférences à 25% ($\alpha = 0,75$).

⁶⁰⁴ Cf. section « D. Quels effets « productivité » de la recherche en thèse sur l'accès à un poste académique ? », p. 281.

⁶⁰⁵ Les modèles estimés sous la forme log se sont en effet avérés être légèrement plus satisfaisants que les estimations effectuées sur la forme linéaire. L'utilisation du log a « directement » été possible puisque tous les individus ont au moins une publication ou une conférence. Dans le cas contraire une transformation linéaire de la variable dépendante aurait été nécessaire. Ces modèles sont donc relativement moins soumis à la critique précédente – la particularité de la variable dépendante, discrète et à valeurs positives – impliquant le recours à l'estimation des modèles de Poisson et binomiaux négatifs. Néanmoins, la distribution demeure légèrement oblique à gauche ce qui risque de violer l'hypothèse de normalité.

Conformément à ce qui a été trouvé auparavant, les modèles les plus satisfaisants statistiquement parlant sont les modèles qui pondèrent plus fortement les publications (ici les modèles 5 et 6).

On retrouve en moyenne des effets des différentes variables qui se rapprochent de ce qui a été trouvé dans les deux sections précédentes. Les différentes variables significatives et leurs effets se rapprochent fort logiquement soit plus des résultats de la section « 1.2.1. Les publications » pour les modèles 5 et 6, soit plus de ceux de la section « 1.2.2. La participation à des conférences » pour les modèles 3 et 4.

Par exemple, et on nous pardonnera une nouvelle fois j'espère de ne pas reprendre l'ensemble des résultats qui ont été développés plus longuement et de façon plus détaillée dans les deux sections précédentes, la discipline continue d'exercer un certain effet. Les doctorants en chimie et en sciences de la vie ont une « productivité »⁶⁰⁶ en thèse – mesurée donc cette fois par la moyenne pondérée des publications et des conférences – légèrement plus élevée que les autres.⁶⁰⁷ La variable informatique est uniquement significative en revanche dans les modèles 3 et 4 pondérant fortement le nombre de conférences.

De même, les individus à thèse plutôt fondamentale semblent avoir une productivité plus forte que les autres, mais cet effet joue surtout sur le nombre de publications.

La durée de la thèse semble exercer un certain effet quadratique sur la productivité. La productivité en thèse diminue avec la durée jusqu'à un seuil estimé à 55-56 mois selon les modèles considérés. Au-delà de ce seuil, la productivité a tendance à augmenter. Cet effet est plus prononcé et plus significatif pour les modèles pondérant plus fortement les publications. Néanmoins, et on retrouve la conclusion énoncée précédemment⁶⁰⁸, cet effet durée est assez peu prononcé pour des durées de thèse habituellement considérées comme « normales » pour des thèses scientifiques.

⁶⁰⁶ Par la suite, nous omettons les guillemets. Le lecteur veillera toutefois à se rappeler ce qui se cache derrière cette mesure de la productivité : une moyenne pondérée du nombre de publications et de conférences.

⁶⁰⁷ Effets seulement (peu) significatifs dans les modèles 2 et 6 pour la chimie, et dans le modèle 2 pour les sciences de la vie.

⁶⁰⁸ Cf. Note de bas de page No. 592 (p. 411).

Signalons enfin que les allocataires-moniteurs conservent leur avantage en terme de productivité moyenne en thèse⁶⁰⁹ alors que les Cifre ont clairement une productivité moindre que les autres doctorants.

Tableau 125. Log du nombre moyen de conférences et de publications durant la thèse : résultats des estimations de modèles linéaires selon différentes pondérations.

	Publi 50%, Conf 50%		Publi 25%, Conf 75%		Publi 75%, Conf 25%	
	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4	Modèle 5	Modèle 6
Constante	0,834*** (0,204)	2,098*** (0,518)	0,804*** (0,225)	1,984*** (0,573)	0,821*** (0,231)	2,321*** (0,583)
Sexe : féminin	-0,026 (0,057)	0,000 (0,057)	0,029 (0,063)	0,050 (0,063)	-0,087 (0,064)	-0,051 (0,064)
Ingénieur	-0,119* (0,063)	-0,111* (0,064)	-0,082 (0,069)	-0,075 (0,071)	-0,162** (0,071)	-0,154** (0,072)
Discipline : physique	0,113 (0,204)	0,114 (0,202)	0,182 (0,224)	0,183 (0,223)	-0,019 (0,230)	-0,015 (0,227)
Chimie	0,319 (0,205)	0,356* (0,203)	0,280 (0,226)	0,312 (0,224)	0,339 (0,231)	0,387* (0,228)
Sc. de la terre	0,230 (0,237)	0,241 (0,234)	0,338 (0,261)	0,346 (0,259)	0,118 (0,267)	0,135 (0,264)
Sc. de la vie	0,310 (0,202)	0,344* (0,201)	0,312 (0,222)	0,346 (0,222)	0,289 (0,228)	0,332 (0,226)
Informatique	0,338 (0,218)	0,344 (0,215)	0,483** (0,240)	0,486** (0,238)	0,149 (0,246)	0,163 (0,242)
Thèse plutôt fondamentale	0,124** (0,058)	0,106* (0,060)	0,084 (0,064)	0,061 (0,066)	0,184*** (0,066)	0,171** (0,067)
Labo : URA	0,111 (0,077)	0,119 (0,076)	0,054 (0,084)	0,060 (0,084)	0,167* (0,087)	0,177** (0,085)
UPR	0,109 (0,078)	0,111 (0,077)	0,044 (0,086)	0,048 (0,086)	0,196** (0,088)	0,196** (0,087)
INRA	-0,124 (0,123)	-0,140 (0,122)	-0,181 (0,135)	-0,198 (0,135)	-0,039 (0,139)	-0,056 (0,137)
Financement :	0,216*** (0,074)	0,172** (0,074)	0,179** (0,081)	0,134 (0,082)	0,271*** (0,083)	0,226*** (0,083)
Chargé de cours,	-0,030 (0,079)	-0,066 (0,079)	0,017 (0,087)	-0,019 (0,087)	-0,066 (0,089)	-0,104 (0,089)
TD, TP	-0,328*** (0,091)	-0,279*** (0,091)	-0,241** (0,100)	-0,188* (0,101)	-0,440*** (0,102)	-0,390*** (0,103)
Durée de la thèse		-0,0471** (0,021)		-0,043* (0,023)		-0,057** (0,024)
Durée au carré		4.22E-4* (2.19E-4)		3.79E-4 (2.42E-4)		5.16 ^E -4** (2.46 ^E -4)
Carrière envisagée :		-0,168** (0,069)		-0,177** (0,077)		-0,164** (0,078)
secteur privé		-0,169** (0,077)		-0,166* (0,085)		-0,172** (0,086)
Ne savait pas exactement						
R2	0.157	0.188	0.086	0.112	0.220	0.248
R2 ajusté	0.133	0.157	0.061	0.079	0.197	0.220
Nombre d'obs.	482	482	482	482	482	482

Source : enquête Irédu 2001. Estimations ML des modèles linéaires. Coefficients avec erreurs-types entre parenthèses. * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

⁶⁰⁹ A l'exception du modèle 4, modèle dans lequel cette variable n'est pas significative. Il semble une nouvelle fois que ce soit l'introduction des perspectives de carrières qui rendent cette variable non significative.

1.3. Collaboration dans les activités de publications durant la thèse : résultats des estimations

Pour tenter de comprendre plus précisément les déterminants de la collaboration dans l'activité de publications durant la thèse, nous nous livrons ici à une brève analyse économétrique des déterminants de la collaboration avec les chercheurs du secteur privé, celle-ci étant la moins fréquente – elle concerne rappelons-le 8% des doctorants dans notre échantillon (Tableau 119, p. 403) – et la plus intéressante du point de vue des relations entre la sphère académique et la sphère privée.

1.3.1. Les modèles : traiter le problème de sélection

La première étape consiste à estimer un modèle probit simple pour expliquer l'activité de publications du thésard avec des chercheurs du secteur privé, soit :

$$y_i^* = \beta' \mathbf{x}_i + \varepsilon_i, \quad \varepsilon_i \sim N(0,1)$$

où y_i^* est une variable latente inobservable. La variable dépendante y_i , qui décrit l'activité de publication des individus, est telle que :

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

$y_i = 1$ si l'individu a publié avec des chercheurs du secteur privé durant sa thèse et $y_i = 0$ sinon. \mathbf{x}_i est le vecteur des variables explicatives et β le vecteur des paramètres à estimer.

Cependant un problème de sélection risque de biaiser les résultats des estimateurs de ce modèle probit univarié. En effet, seuls les individus ayant effectivement publié durant leur thèse ont pu publier avec des chercheurs du secteur privé, ce que ne prend pas en compte ce premier modèle. La sélection de notre échantillon d'individus ayant publié avec le secteur privé n'est pas aléatoire puisque seuls les sujets ayant publié au moins un article sont sélectionnés. Les caractéristiques inobservables différentes entre les deux types de populations risquent de biaiser les coefficients estimés. Il convient de traiter cette difficulté par l'estimation d'un modèle probit bivarié avec sélection.

Plus formellement, notons y_{i2} la variable décrivant si l'individu a publié durant sa thèse : $y_{i2} = 1$ si l'individu a publié au moins un article, $y_{i2} = 0$ s'il n'a pas publié durant sa thèse. Dans ce cas, y_{i1} – qui est l'équivalent de y_i du modèle précédent – est seulement observé quand $y_{i2} = 1$. Le modèle estimé est alors :

$$\begin{aligned} y_{i1}^* &= \beta'_1 \mathbf{x}_{i1} + \varepsilon_{i1} \\ y_{i2}^* &= \beta'_2 \mathbf{x}_{i2} + \varepsilon_{i2} \end{aligned}$$

où y_1^* est la propension à avoir le résultat 1 plutôt que le résultat 0 et y_2^* est la propension à être sélectionné dans l'échantillon dans lequel le résultats est observé. Ces deux variables sont reliées aux données observables par :

$$y_{i1} = \begin{cases} 1 & \text{si } y_{i1}^* > 0 \\ y_{i1} = 0 & \text{sinon} \end{cases} \quad \text{et} \quad y_{i2} = \begin{cases} 1 & \text{si } y_{i2}^* > 0 \\ y_{i2} = 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

Enfin, la règle de sélection implique que $(y_{i1}, \mathbf{x}_{i1})$ est seulement observé si $y_{i2} = 1$.

Les termes d'erreurs suivent une distribution normale bivariée⁶¹⁰ :

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_{i1} \\ \varepsilon_{i2} \end{bmatrix} \sim N \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & \rho \\ \rho & 1 \end{bmatrix} \right)$$

Les deux premières colonnes du tableau fournissent les estimations séparées des deux équations sans prendre en compte l'interaction entre les deux termes d'erreurs ; il s'agit simplement de l'estimation de deux modèles probit simples séparément. Les deux dernières colonnes présentent les résultats de l'estimation du modèle probit bivarié avec sélection ; on intègre cette fois le fait que les termes d'erreur des deux équations suivent une distribution normale bivariée.

1.3.2. Quelques résultats : financements « publics » et laboratoires associés au CNRS favorisent la collaboration avec le secteur privé

Les coefficients estimés du modèle 1 montrent que les grands déterminants de la probabilité de publier avec des chercheurs du secteur privé durant la thèse sont de trois

ordres principaux : l'orientation des recherches de la thèse, le laboratoire de rattachement et le type de financement de la thèse. Si la thèse est plutôt à caractère fondamental, la probabilité de publier en collaboration avec des chercheurs du secteur privé est diminuée de 4,1%, toutes choses égales par ailleurs. Les doctorants qui possédaient un financement d'origine public – allocataire, allocataire-moniteur ou un financement d'un autre organisme public – ont également une probabilité plus faible de publier avec des chercheurs du secteur privé ; par contre, les docteurs Cifre ne semblent pas publier davantage avec le secteur privé que les thésards ayant été financés autrement (par des financements autres que ceux inclus dans l'équation). Enfin, les individus ayant fait une thèse dans un laboratoire mixte ou associé au CNRS ont une plus grande probabilité de collaborer avec le secteur privé.

Deux autres variables semblent avoir une influence dans le modèle probit univarié. Le titre d'ingénieur augmente légèrement la probabilité de publier avec des chercheurs du secteur privé. La discipline a également un effet sur cette probabilité. Les docteurs en physique semblent publier relativement moins avec le secteur privé que les autres.

Mais, les résultats du probit bivarié avec sélection modifient sensiblement les résultats obtenus. En effet, si deux des trois principaux déterminants de la collaboration avec le secteur privé en termes de publications que nous avons soulignés ci-dessus ne sont pas modifiés – le type de financement et le statut du laboratoire de rattachement –, en revanche, l'orientation de la thèse n'a plus d'effet une fois pris en compte le phénomène de sélection. De même, le titre d'ingénieur et la discipline n'ont plus d'effets significatifs.

Les effets significatifs de ces trois variables dans le modèle sans prise en compte de la sélection – orientation de la thèse, discipline, titre d'ingénieur – disparaissent une fois pris en compte le caractère non aléatoire de la sélection de notre échantillon. On voit par exemple dans les résultats de l'estimation de l'équation de sélection que les docteurs-ingénieurs ont une probabilité plus faible d'avoir publié durant la thèse⁶¹¹ – i.e. une probabilité plus élevée de n'avoir rien publié. Par ailleurs, les individus ayant effectué leur thèse dans une unité propre du CNRS ont une probabilité plus élevée d'avoir publié durant la thèse que leurs

⁶¹⁰ La méthode d'obtention de la fonction de vraisemblance pour ce type de modèle est présentée dans le chapitre 2, section « C. Une analyse « subjective » : les raisons avancées par les individus eux-mêmes pour justifier leur abandon en thèse » p. 159.

⁶¹¹ Certains effets sont similaires à ceux qui ont été mis en évidence lors de l'estimation du nombre de publications dans la section « 1.2.1. Les publications » (p. 406).

homologues des autres unités de recherche⁶¹². Enfin, deux autres déterminants apparaissent dans l'équation de sélection. Il s'agit de la carrière envisagée au début de la thèse et de la durée de la thèse.

En effet, nous avons cherché à caractériser au mieux la probabilité de publication durant la thèse avec plusieurs autres variables ce qui n'est pas aisé étant donné le faible nombre d'individus n'ayant jamais publié pendant leur thèse. Il nous fallait trouver des variables suffisamment différentes⁶¹³ pour les deux équations sous peine de ne pas pouvoir estimer le modèle bivarié.⁶¹⁴ Il est apparu que la carrière envisagée en début de thèse était un bon candidat pour expliquer l'activité de publication durant la thèse. Les docteurs qui souhaitaient intégrer le monde académique en début de thèse ont en effet une probabilité plus élevée d'avoir publié durant leur thèse (de 5,4%). Par contre, les individus envisageant une carrière dans le secteur privé ont une probabilité correspondante plus faible (que ceux qui n'avaient pas de plans de carrières définis, la référence). Ce résultat n'est pas surprenant étant donné qu'un des critères essentiels de recrutement de la recherche publique et universitaire concerne l'activité de publications. L'autre variable significative concerne la durée de la thèse et là le résultat de l'estimation. La durée de la thèse diminue légèrement la probabilité de publier durant la thèse.⁶¹⁵

Quoiqu'il en soit, une fois pris en compte le phénomène de sélection, on constate que les ingénieurs ne publient pas davantage que les non ingénieurs avec les chercheurs du secteur privé et que la discipline de la thèse n'a plus d'influence. Les individus qui ont une thèse à orientation fondamentale n'ont pas non plus une probabilité différente (plus faible) de publier avec des chercheurs du secteur privé. Même sur des sujets à orientation fondamentale, il est ainsi probable que chercheurs publics – doctorants en l'occurrence ici – et chercheurs du secteur privé trouvent un bénéfice mutuel à participer à des activités de publications en commun.

⁶¹² Dans l'équation de sélection, seule la variable UPR était en général légèrement significative (bien que dans ce modèle particulier elle ne le soit plus...), les variables relatives aux autres types de laboratoires n'étant absolument pas significatives.

⁶¹³ Cette recherche s'est appuyée sur les résultats des estimations précédentes sur le nombre de publications.

⁶¹⁴ Avec l'intégration d'un trop grand nombre de variables dans l'équation de sélection, des problèmes d'estimation sont apparus dans le modèle bivarié ; entre autres la matrice des variances-covariances devenait singulière et des difficultés de convergence de l'algorithme apparaissaient.

⁶¹⁵ Jusqu'à un certain seuil, élevé, estimé à environ 60 mois. On retrouve le même type d'effets, et en particulier un effet quadratique pas vraiment significatif, que pour la modélisation du nombre de publications. Voir en particulier, la note 592 p. 411.

Restent alors deux grands déterminants de la collaboration avec les chercheurs du secteur privé : la nature des financements de la thèse et le laboratoire auquel est rattaché le thésard. Les thésards à financements de nature plus particulièrement publique, ici représentés par les allocataires, les allocataires moniteurs et les boursiers d'un autre organisme public, collaborent donc clairement moins avec les chercheurs du secteur privé ; soit qu'ils ne sentent pas l'intérêt, soit qu'ils ne sont pas incités, soit encore qu'ils n'ont tout simplement pas l'opportunité de collaborer avec le secteur privé. Pour ce qui est des boursiers Cifre, qui ont davantage de publications en commun avec des chercheurs privés que les doctorants possédant un des trois financements précédents mais qui ne collaborent pas plus que les doctorants ayant des financements autres que ceux-ci, cela s'explique par le fait que le but des Cifre est moins fréquemment d'intégrer la sphère académique et que l'objectif des recherches conduites n'est pas nécessairement la publication. Par ailleurs, les UMR-URA semblent être des structures qui favorisent, toutes choses égales par ailleurs, la collaboration avec le secteur privé. Il est probable que ces institutions, pour accroître ou pour diversifier leurs sources de financements – les fonds provenant du CNRS ou de l'université sont souvent jugés comme insuffisants pour effectuer une recherche de qualité et il est nécessaire de diversifier les revenus du labo – vont à la « pêche » aux contrats, entre autres émis par le secteur privé, ce qui in fine se termine dans certains cas par des publications en commun entre chercheurs-doctorants de ces laboratoires publics et chercheurs du secteur privé. Ces laboratoires sont également plus recherchés par les entreprises.

Tableau 126. Collaboration dans les publications durant la thèse : résultats des estimations (effets marginaux).

	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	
	Publications avec chercheurs privés	A publié durant la thèse	Publications avec chercheurs privés	Équation de sélection
Constante	0.086** (0.041)	0.234*** (0.054)	-0.095 (0.065)	0.222*** (0.047)
Sexe : masculin	-0.006 (0.017)		-0.005 (0.033)	
Ingénieur	0.032* (0.018)	-0.047** (0.20)	0.040 (0.029)	-0.044** (0.020)
Thèse fondamentale	-0.041** (0.017)		-0.048 (0.032)	
Discipline : physique	-0.063** (0.03)		-0.074 (0.052)	
Chimie	-0.0085 (0.03)		-0.027 (0.050)	
Sciences de la terre	-0.034 (0.047)		-0.059 (0.076)	
Sciences de la vie	-0.039 (0.030)		-0.061 (0.048)	
Financement : allocataire	-0.080*** (0.023)		-0.107*** (0.035)	
Allocataire-moniteur	-0.062** (0.028)		-0.091** (0.042)	
Bourse d'un autre organisme public	-0.078*** (0.030)		-0.102*** (0.040)	
Bourse Cifre	0.010 (0.022)		0.011 (0.034)	
Laboratoire : CEA	0.021 (0.037)		0.033 (0.065)	
UPR	-0.015 (0.045)	0.057* (0.035)	-0.019 (0.090)	0.054 (0.040)
UMR	0.067** (0.031)		0.089** (0.045)	
URA	0.089*** (0.033)		0.109** (0.049)	
INSERM	0.048 (0.041)		0.058 (0.067)	
INRA	0.061 (0.041)		0.073 (0.064)	
Carrière : universitaire ou recherche publique		0.054*** (0.019)		0.052*** (0.019)
Secteur privé		-0.049** (0.021)		-0.048** (0.021)
Durée de la thèse (en mois)		-0.0018** (0.009)		-0.0016* (0.0010)
Rho			0.277 (0.469)	
ln L	-109.8	-115.3	-219.18	
Nombre d'observations	482	482	482	

Source : enquête Irédu 2001. Estimations ML. Deux premières colonnes : estimation séparée des deux modèles probit. Deux dernière colonnes : modèle probit bivarié avec sélection (la troisième colonne intègre les effets de la correction pour sélection). Effets marginaux avec erreurs-types entre parenthèses. * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

1.4. Une analyse des perspectives de carrières en début de thèse

L'étude des perspectives de carrières va nous permettre de répondre à un certain nombre de questions telles que : quels sont les déterminants explicatifs de la carrière envisagée ? La discipline joue-t-elle le rôle essentiel auquel on peut s'attendre ? Ou d'autres variables influent-elles sur les perspectives de carrière ? Dans un contexte de transformations des emplois de R&D, il est en effet essentiel de comprendre les motivations et les intérêts des docteurs pour les carrières non académiques, motivations et intérêts qui peuvent influencer l'orientation effective vers de tels emplois mais également, en amont, la décision d'entreprendre des études doctorales.

Nous présentons très rapidement dans un premier temps quelques résultats descriptifs concernant les perspectives de carrières des docteurs par grande discipline et par sexe (1.4.1.). Nous modélisons ensuite la probabilité d'envisager, en début de thèse, une carrière dans le secteur de la R&D privée⁶¹⁶. Nous présentons les résultats des estimations pour l'ensemble des disciplines (1.4.2.) avant d'expliquer successivement les perspectives de carrières des docteurs en physique, en chimie et en sciences de la vie (1.4.3.).⁶¹⁷

1.4.1. Quelques résultats descriptifs

Dans notre enquête Irédu (2001) nous disposons d'une question spécifique qui demandait aux individus quelles étaient, au début du doctorat, leurs perspectives de carrière. Plus précisément, il leur était demandé de préciser dans quel secteur ils envisageaient plus particulièrement de travailler au début de leur doctorat, avec quatre réponses possibles :

- A l'université ou dans la recherche publique.
- Dans le secteur de la recherche privée.
- En dehors du secteur de la recherche (publique et privée).

⁶¹⁶ Nous obtenions des résultats symétriques, mais inversés, en estimant la probabilité d'envisager une carrière académique. Il nous est apparu néanmoins plus intéressant ici de présenter les résultats issus de l'estimation de la probabilité d'envisager une carrière dans la recherche privée compte tenu de notre problématique.

⁶¹⁷ Les effectifs trop réduits des autres disciplines ne nous permettent pas d'estimer des modèles en toute sûreté. Il était d'ailleurs difficile, d'après les tests que nous avons effectué, d'obtenir des variables significatives.

- « Vous ne saviez pas exactement ».

Les deux tiers des docteurs envisageaient, au début de leur thèse, de travailler dans le secteur de la recherche publique ou universitaire et c'était le cas de trois doctorants sur quatre en sciences de la vie (Tableau 127). Un tiers souhaitait devenir chercheur dans le secteur privé, les étudiants en physique⁶¹⁸ et en chimie étant de loin les plus intéressés par ce type d'emploi à l'issue de la thèse. Enfin, 14% déclaraient ne pas savoir exactement dans quel secteur ils souhaitaient plus particulièrement travailler à la suite de leur thèse. Une certaine différence apparaît entre hommes et femmes. La différence la plus importante concerne la proportion d'individus désireux de travailler dans la recherche privée, proportion de 33% pour les hommes et 26% pour les femmes.⁶¹⁹

Tableau 127. Emploi souhaité à l'issue de la thèse, par discipline et par sexe (%).

	Physique	Chimie	Biologie	Maths	Total
Université ou recherche publique					
Ensemble	53	60	74	70	64
Hommes	54	62	75	69	63
Femmes	51	54	74	75	66
Recherche, secteur privé					
Ensemble	49	41	18	15	32
Hommes	53	41	13	11	33
Femmes	37	42	22	25	26
Ne savait pas exactement					
Ensemble	8	19	14	21	15
Hommes	8	20	13	20	14
Femmes	9	19	15	25	16
Hors recherche					
Ensemble	7	1	3	4	4

Source : enquête Irédu 2001. Le total par colonne ne fait pas 100% puisque des réponses multiples étaient possibles. « Hors recherche » : nous ne détaillons pas par sexe vu la proportion de docteurs concernés.

⁶¹⁸ En séparant les doctorants en sciences physique des doctorants en sciences pour l'ingénieur, ici regroupés au sein de la discipline « physique », on constate que ce sont bien évidemment les doctorants en SPI qui expriment le plus fréquemment le souhait de travailler dans le secteur privé à l'issue de leur thèse. Mais, pour des raisons de taille de l'échantillon, nous ne pouvons utiliser cette catégorisation plus fine. Dans le même esprit, il aurait pu alors être nécessaire d'entreprendre une nouvelle typologie des disciplines chimiques puisque certaines sont plus proches de la physique tandis que d'autres se rapprochent de la chimie.

⁶¹⁹ Il existe un effet discipline intéressant qu'il convient de confirmer. Alors qu'en physique-SPI, disciplines dans lesquelles les femmes sont sous-représentées, celles-ci expriment moins le désir d'intégrer le secteur privé, en sciences de la vie, disciplines dans lesquelles elles sont, sinon majoritaires, du moins en proportion importante, elles ont tendance à envisager, davantage que les hommes, une carrière dans le secteur privé. Mais il est possible de comprendre une partie des différences de perspectives de carrières entre genre par l'existence d'un effet spécialité au sein même de ces deux grands groupes disciplinaires.

1.4.2. Les perspectives de carrières dans le secteur de la R&D privée : résultats des estimations, ensemble des disciplines

La discipline n'est pas la seule variable explicative des différences observées dans les carrières envisagées à l'issue de la thèse. Nous avons eu l'occasion de montrer, lors de l'étude de l'impact du monitorat sur l'insertion dans le chapitre 2, que le type de financement obtenu était également un élément important à prendre en compte.⁶²⁰

Le Tableau 128 (p. 435) présente donc les effets marginaux provenant de l'estimation de 6 modèles de la probabilité d'envisager une carrière dans la recherche privée pour les docteurs de l'ensemble des disciplines.⁶²¹ Les quatre premiers modèles tiennent compte de variables relatives aux conditions de thèse, variables pouvant rationnellement expliquer les perspectives de carrières envisagées. Les modèles 5 et 6 incluent toujours ces variables « de thèse » mais ajoutent des variables relatives à la nature de l'emploi actuel. Ces variables permettent de contrôler l'effet potentiel de la situation actuelle sur les perspectives de carrières envisagées plusieurs années auparavant. En effet, les individus peuvent être tentés de réinterpréter la réalité à la lumière de leur situation actuelle dans la perspective ouverte par la théorie de la dissonance cognitive). On tente ainsi de contrôler l'effet de la réinterprétation possible de la réalité dans la perspective ouverte par la théorie de la dissonance cognitive (Festinger 1957)⁶²². En effet, pour diminuer l'écart entre perspectives de carrières et situation actuelle les individus ont tendance à réinterpréter leurs perspectives de carrières passées pour les accorder avec la nature actuelle de leur emploi. L'intérêt est donc de contrôler cet effet qui risque de biaiser les coefficients des autres variables. Cela va nous permettre de voir si l'introduction des variables « actuelles » n'annule ou ne modifie pas trop les effets des variables initiales.

Le premier modèle prend seulement en compte la variable de genre et les variables disciplinaires. Les variables disciplinaires sont au nombre de quatre – physique-SPI, chimie, sciences de la vie et informatique –, la référence étant donc constituée des docteurs en

⁶²⁰ Nous ne reproduisons pas de nouveau ici ce que nous avons déjà écrit à ce propos mais nous nous permettons de renvoyer le lecteur intéressé au Tableau 94 (p. 275) et aux commentaires qui lui sont associés.

⁶²¹ Des estimations multinomiales ne sont pas envisageables compte tenu de la nature non mutuellement exclusive des questions relatives aux perspectives de carrières dans l'enquête. Cela peut d'ailleurs poser quelques problèmes dans l'interprétation des résultats présentés ici. On veillera donc à garder cela à l'esprit lors de la lecture des paragraphes qui suivent.

⁶²² Cf. section « 3.1.1.2. Pourquoi étudier la satisfaction au travail des docteurs ? » (p. 462) dans laquelle nous évoquons plus longuement cette question.

mathématiques et en sciences de la terre.⁶²³ Ce modèle permet de comprendre les différences de carrières observées entre disciplines, une fois neutralisés les effets de genre, et sert de base à notre analyse.

Le second modèle ajoute à ces variables, la variable ingénieur et la variable relative à l'orientation des recherches menées en thèse.

Le troisième modèle tient compte en outre des variables de financement obtenu en thèse, avec trois modalités⁶²⁴ – allocataire-moniteur, chargé de cours, TD, TP et Cifre –, la modalité de référence étant donc constituée des autres financements.

Le quatrième modèle ajoute les variables de rattachement du laboratoire en thèse. Cinq modalités ont été retenues : UMR, URA, Universitaire, INRA et INSERM.

Les cinquième et sixième modèles tiennent compte du secteur d'emploi actuel. Le modèle 5 introduit une seule modalité – les docteurs effectivement employés dans le secteur de la R&D privée – alors que le modèle 6 retient lui les trois modalités complémentaires – académique, intermédiaire et hors recherche.⁶²⁵

Les résultats de ces estimations montrent que le sexe ne semble pas influencer significativement la probabilité d'envisager une carrière dans le secteur privé, puisque cette variable n'est significative dans aucun des modèles aux seuils de significativité retenus, contrairement à ce que semblaient indiquer les résultats descriptifs présentés précédemment.

Les résultats des 6 modèles confirment que la discipline joue un rôle important dans les perspectives de carrières. Ce sont les physiciens et les chimistes qui ont les perspectives de carrières les plus orientées vers le secteur privé.⁶²⁶ Les informaticiens sont les moins intéressés par ce type de carrières.⁶²⁷ Les docteurs en sciences de la vie sont dans une situation intermédiaire. Il faut cependant noter que le coefficient relatif à cette discipline est moins

⁶²³ Ce choix a été fait après plusieurs tests et s'est avéré être le plus satisfaisant. La séparation des mathématiques et de l'informatique notamment semble être intéressante à noter.

⁶²⁴ Une sélection progressive des variables a été effectuée pour se ramener *in fine* aux trois variables retenues ici.

⁶²⁵ Un certain nombre d'autres variables ont été testées sans qu'elles ne soient jamais significatives, et en particulier, la filière du baccalauréat et l'âge au bac, le statut familial en début de thèse et la durée de la thèse.

⁶²⁶ Les effets marginaux pour chacune de ces variables sont stables et de l'ordre de 0,4-0,5 selon le modèle considéré.

stable que ceux des autres variables disciplinaires. On constate en effet une augmentation assez générale de l'effet marginal relatif à cette discipline à mesure qu'augmente le nombre des autres variables explicatives introduites dans le modèle. Son effet marginal passe ainsi de 0,20 (non significatif) à 0,30 du modèle 1 au modèle 2, et à 0,35 dans le modèle 4. Quand on introduit les variables de secteur actuel d'emploi, son effet augmente encore à 0,41-0,42, effet qui le situe alors pratiquement au niveau des disciplines physique et chimie. Les différences de perspectives de carrières sont donc affaiblies entre les trois grandes disciplines que sont la physique-SPI, la chimie et les sciences de la vie, une fois tenu compte d'un grand nombre d'autres variables.⁶²⁸

Les docteurs-ingénieurs ont une probabilité très clairement plus élevée⁶²⁹ d'envisager une carrière dans le secteur privé. L'effet de cette variable confirme les aspirations spécifiques des docteurs-ingénieurs, toutes choses étant égales par ailleurs, et la place particulière de ces individus dans le système d'innovation français, comparativement aux docteurs non ingénieurs. Il est alors vraisemblable de considérer que la thèse est, pour une majorité d'ingénieurs, un complément à leur formation plutôt qu'un substitut, et que ce complément doit les amener à avoir, certes des emplois de recherche, mais néanmoins des emplois dans le secteur privé. Les attentes en termes de carrières des docteurs ingénieurs, plus tournées vers le secteur privé et certainement globalement plus « ouvertes » et plus larges que celles des docteurs non ingénieurs, leur confèrent ainsi dès le début de la thèse un avantage spécifique dans un contexte de reconfiguration et d'évolution des emplois de R&D.

En revanche, les docteurs dont la thèse était à orientation plutôt fondamentale ont une probabilité plus faible (de 22 à 28%) de vouloir une carrière dans le secteur privé. Cette variable illustre le fait que la discipline est loin d'être la seule variable qui influence les perspectives de carrières. Elle montre également que les docteurs ont intégré, de façon explicite, dans leurs perspectives de carrières, qu'une thèse à caractère plutôt fondamental est

⁶²⁷ Cette variable n'est pas significative dans les modèles présentés ici même si dans d'autres modèles estimés elle était légèrement significative (dans les trois derniers modèles présentés ici elle n'est d'ailleurs pas loin d'être significative) ; c'est pourquoi nous avons conservé cette variable dans les modèles.

⁶²⁸ Néanmoins la diminution des écarts des effets entre disciplines est à relativiser compte tenu de la nature des variables introduites qui sont relativement colinéaires. C'est particulièrement le cas en sciences de la vie pour la variable INSERM. Il conviendrait donc de « réintroduire » une partie de l'effet INSERM dans la variable sciences de la vie puisque les doctorants de cette discipline sont très majoritairement représentés dans les unités rattachés à l'INSERM (effet de sélection non aléatoire). On constate d'ailleurs que la variation de l'effet marginal de la variable sciences de la vie entre le modèle 3 et le modèle 4 est de 7,1 points de pourcentage, contre 4,7 pour la chimie et 2,7 pour la physique.

⁶²⁹ Avec une probabilité marginale qui s'échelonne de 0,21 à 0,25 selon les modèles.

un frein à une carrière dans la R&D privée. Il illustre une fois de plus le cloisonnement des communautés scientifiques, cloisonnement qui semble donc se dessiner de façon précoce, et l'acceptation/intégration de cette idée par les chercheurs dès le début de leur thèse.

La nature du financement perçu en thèse exerce également un effet sur les perspectives de carrières. Les allocataires-moniteurs et les chargés de cours, TD, TP ont clairement une probabilité bien plus faible que les autres docteurs d'envisager une carrière dans le secteur privé.⁶³⁰ Les docteurs qui ont bénéficié d'un financement Cifre ont sans surprise en revanche une probabilité plus forte de souhaiter une telle carrière.⁶³¹

Le rattachement du laboratoire de thèse exerce également un certain effet sur les perspectives de carrières. Les docteurs qui sont le moins susceptibles d'envisager une carrière dans le secteur privé sortent des unités rattachées à l'INSERM.⁶³² Les doctorants issus des unités mixtes ou associées au CNRS verraient également leur probabilité légèrement diminuée.⁶³³

Au delà des effets de variables de thèse que nous venons de commenter jusqu'ici, les variables de nature de l'emploi actuel exercent un effet sur les perspectives de carrières en début de thèse. Le fait d'être effectivement employé dans le secteur de la R&D privée (modèle 5) augmente la probabilité d'envisager une carrière dans ce secteur, mais sans annuler les effets des autres variables qui sont présentes dans le modèle.⁶³⁴ C'est ce dernier résultat qui est important pour nous et non pas l'effet, difficilement interprétable en lui-même, de l'emploi actuel sur les perspectives de carrières plusieurs années auparavant.⁶³⁵ On

⁶³⁰ Les effets marginaux sont compris entre -0,15 et -0,22 pour chacune de ces variables selon le modèle considéré.

⁶³¹ Effet marginal de 0,16-0,19 selon les modèles. Il existe donc un écart de 35-40% entre les docteurs Cifre d'une part, et les docteurs allocataires-moniteurs ou chargés de cours, TD, TP d'autre part.

⁶³² Cependant cet effet concerne essentiellement les doctorants en sciences de la vie. Voir note No. 628 p. 432.

⁶³³ Le seuil de significativité est déjà plus limité pour ces variables. Il est en outre très faible pour la variable INRA, la variable « universitaire » n'étant significative ici dans aucun des modèles.

⁶³⁴ Les trois modalités symétriques de l'emploi actuel du modèle 6 ont des effets marginaux similaires mais opposés et proches entre eux. Le fait d'avoir un emploi dans le secteur académique et dans le secteur intermédiaire diminue la probabilité de perspectives de carrière privée de respectivement 20 et 21%. Les individus dont l'emploi actuel n'est pas dans le secteur de la recherche avaient eux des perspectives de carrières dans la recherche privée diminuée de 26%.

⁶³⁵ Ce premier effet peut être interprété, comme nous l'avons écrit plus haut, comme l'effet de la réinterprétation de la réalité dans la perspective ouverte par la théorie de la dissonance cognitive. Il peut également être interprété comme un effet réel des perspectives de carrières à posteriori. Les individus qui envisageaient une carrière privée ont fait varier leur effort en conséquence pour devenir in fine chercheur dans ce secteur, entraînant ainsi une corrélation entre perspectives de carrières et emploi actuel. Ce serait dans ce cas un effet

constate en effet que même en tenant compte de l'emploi actuel, les variables de thèse demeurent significatives et leurs effets marginaux relativement similaires. La variation des effets marginaux et de leurs seuils de significativité entre le modèle 4 et les modèles 5 et 6⁶³⁶ est en effet faible pour la plupart des variables. Les variations les plus fortes sont observées pour les variables suivantes : nature fondamentale des recherches (+3 points de pourcentage), chimie (+3,5), sciences de la vie (+6), allocataire-moniteur (+3,5) et Cifre (-2,4). Les autres variations sont inférieures à 2 points de pourcentage.

réel. Plus prosaïquement, cela revient à dire que les individus qui sont employés dans le secteur privé avaient des perspectives de carrières davantage orientées vers ce secteur que les autres.

⁶³⁶ Il faut en outre noter que les trois modalités du modèle 6 semblent apporter peu d'information supplémentaire par rapport à la modalité complémentaire unique du modèle 5. D'une part, les effets marginaux de deux des modalités « actuelles » du modèle 6 sont très proches (académique, intermédiaire). D'autre part, les variations des effets marginaux de l'ensemble des variables relatives à la thèse sont infimes entre ces deux modèles.

Tableau 128. Perspectives de carrières : résultats des estimations de la probabilité d'envisager une carrière dans le secteur de la R&D privée, docteurs de toutes disciplines (effets marginaux).

	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4	Modèle 5	Modèle 6
Constante	-0,522*** (0,120)	-0,499*** (0,126)	-0,451*** (0,124)	-0,406*** (0,128)	-0,530*** (0,134)	-0,317*** (0,133)
Sexe : féminin	0,024 (0,046)	0,051 (0,047)	0,049 (0,047)	0,046 (0,048)	0,062 (0,048)	0,067 (0,049)
Ingénieur		0,250*** (0,047)	0,211*** (0,048)	0,210*** (0,050)	0,224*** (0,051)	0,223*** (0,051)
Nature des recherches en thèse : fondamentale		-0,277*** (0,045)	-0,246*** (0,047)	-0,249*** (0,047)	-0,218*** (0,048)	-0,220*** (0,048)
Discipline : physique	0,506*** (0,126)	0,426*** (0,128)	0,415*** (0,125)	0,442*** (0,128)	0,449*** (0,130)	0,448*** (0,131)
Chimie	0,439*** (0,128)	0,416*** (0,130)	0,418*** (0,127)	0,465*** (0,130)	0,499*** (0,134)	0,501*** (0,134)
Sciences de la vie	0,197 (0,126)	0,302** (0,128)	0,284** (0,125)	0,355*** (0,130)	0,415*** (0,134)	0,410*** (0,134)
Informatique	0,175 (0,148)	0,150 (0,150)	0,198 (0,149)	0,242 (0,151)	0,246 (0,155)	0,242 (0,155)
Financement : allocataire-monteur			-0,192*** (0,068)	-0,185*** (0,069)	-0,150** (0,070)	-0,149** (0,071)
Chargé de cours, TD, TP			-0,224*** (0,069)	-0,189*** (0,070)	-0,171** (0,072)	-0,176** (0,072)
Cifre			0,180** (0,071)	0,189*** (0,071)	0,165** (0,073)	0,165** (0,073)
Laboratoire : UMR				-0,132** (0,055)	-0,116** (0,055)	-0,116** (0,056)
URA				-0,142** (0,072)	-0,131* (0,073)	-0,129* (0,074)
Universitaire				-0,118 (0,090)	-0,111 (0,092)	-0,109 (0,093)
INRA				-0,173* (0,105)	-0,142 (0,104)	-0,144 (0,104)
INSERM				-0,217** (0,100)	-0,216** (0,101)	-0,211** (0,101)
Secteur d'emploi : recherche privée					0,212*** (0,055)	
Secteur d'emploi : académique						-0,201*** (0,065)
Intermédiaire						-0,207*** (0,062)
Hors recherché						-0,263*** (0,092)
lnL	-281.9	-243.0	-227.2	-222.0	-214.3	-214.1
lnL0	-309.8	-309.1	-308.7	-308.7	-308.7	-308.7
chi2	55.9***	132.2***	163.1***	173.5***	188.8***	189.3***
Nombre d'observations	497	497	497	497	497	497

Source : enquête Irédu 2001. Estimations ML de modèles probit univariés. Effets marginaux avec erreurs-types entre parenthèses. Référence pour la discipline : thèse en sciences de la terre et mathématiques. * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

1.4.3. Les perspectives de carrières dans le secteur de la R&D privée : résultats des estimations par grande discipline

Les perspectives de carrières dans le secteur privé des docteurs en physique-SPI, en chimie et en sciences de la vie ont été étudiées à l'aide de l'estimation de modèles similaires à ceux de la section précédente. Les effets marginaux issus de l'estimation de trois modèles pour chacune de ces disciplines sont respectivement présentés dans le Tableau 129, le Tableau 130 et le Tableau 131.

Pour chacune des trois disciplines considérées, les variables explicatives sont le sexe et le diplôme d'ingénieur pour le modèle 1, auxquelles on ajoute l'orientation des recherches de thèse et la nature du financement du doctorat dans le modèle 2, et enfin le secteur actuel d'emploi dans le modèle 3.⁶³⁷

Le sexe n'a pas d'effet significatif sur la probabilité d'envisager une carrière de chercheur dans le secteur privé en physique-SPI et en chimie. En revanche, les femmes semblent avoir des perspectives de carrières davantage orientées vers ce secteur en sciences de la vie, discipline dans laquelle les femmes sont bien représentées, contrairement aux deux autres.⁶³⁸

En physique et en chimie, les docteurs-ingénieurs ont des perspectives de carrières très différentes des docteurs non ingénieurs. La variable ingénieur a un effet très prononcé qui s'échelonne de 0,34 à 0,46 selon le modèle et la discipline considérés. En revanche, cette variable est peu (modèles 1 et 2) ou pas (modèle 3) significative pour les docteurs en sciences de la vie.⁶³⁹

La nature des recherches a également une influence sur la probabilité étudiée ici. Les doctorants à thèse plutôt fondamentale ont en effet une probabilité bien plus faible de

⁶³⁷ Nous avons préféré nous cantonner à la reproduction des modèles contenant des vecteurs de variables explicatives identiques pour les trois disciplines ici considérées pour permettre une meilleure comparabilité des résultats. D'autres modèles ont été estimés avec des vecteurs légèrement différents les uns des autres, notamment pour les financements de thèse, mais sans que cela n'altère significativement les résultats présentés ici. Par ailleurs, nous n'avons pas retenu ici la nature du rattachement du laboratoire de thèse, variables en général peu significatives, peu stables et qui ont parfois posé des problèmes d'estimation.

⁶³⁸ L'effet marginal considéré tourne autour de 9-10% dans les modèles 1 et 2. Il n'est en revanche pas significatif dans le modèle 3.

⁶³⁹ Ce résultat provient en partie du fait que les ingénieurs sont peu représentés parmi les doctorants en sciences de la vie, comparativement à la chimie et surtout à la physique (cette dernière discipline intègre en plus, ne l'oublions pas, les sciences pour l'ingénieur).

souhaiter une carrière dans la recherche privée à l'issue de leur thèse, tout au moins dans les disciplines physiques et chimiques (effets marginaux de -0,38 à -0,48).⁶⁴⁰ Cette variable n'est en revanche pas significative pour les thésards en sciences de la vie.

L'effet des variables de financement de la thèse varie selon la discipline. En chimie et en physique, les docteurs Cifre n'ont pas des perspectives de carrières particulièrement tournées vers le secteur privé⁶⁴¹. En revanche en sciences de la vie, les docteurs Cifre se distinguent de leurs compères ayant bénéficié d'autres financements puisque l'effet marginal de cette variable se situe autour de 20%. Le monitorat ne joue pas non plus sur la probabilité d'envisager une carrière dans le secteur privé en physique et en chimie. Elle exerce en revanche une nouvelle fois un effet significatif pour les sciences de la vie (autour de -20%).⁶⁴² Il est probable que les variables de financements influencent peu les perspectives de carrières des docteurs en physique-SPI puisqu'une bonne partie d'entre eux ont, du seul fait de la discipline dans laquelle ils font leurs recherches, déjà des liens privilégiés avec le secteur privé. Ceci est vrai, mais dans une moindre mesure, pour les docteurs en chimie. Il n'est donc pas surprenant non plus que les variables « ingénieur » et « recherche en thèse plutôt fondamentale » exercent un effet très prononcé sur les perspectives de carrières des docteurs dans ces deux disciplines. En effet, pour que les doctorants en physique et en chimie aient des perspectives de carrières moins orientées vers le secteur privé, ils doivent posséder des caractéristiques bien spécifiques (non ingénieur, thèse fondamentale).

Les effets du secteur actuel d'emploi – uniquement présent dans les modèles 3 en trois modalités : académique, intermédiaire, hors recherche – sont négatifs pour les trois disciplines considérées, tout comme ils l'étaient dans les estimations effectuées sur l'ensemble des disciplines, bien qu'ils ne soient pas tous significatifs ici. La variation des effets marginaux et des seuils de significativité des autres variables concomitante à l'introduction des variables de secteur actuel d'emploi est à nouveau peu importante.

⁶⁴⁰ L'effet de la discipline est complété par la prise en compte de la nature des recherches en thèse qui permet de distinguer plus précisément, notamment, les doctorants en physique des doctorants en sciences pour l'ingénieur.

⁶⁴¹ Cette variable est peu (physique) ou pas (chimie) significative.

⁶⁴² La même conclusion est valable pour la variable « chargé de cours, TD, TP » pour la physique et les sciences de la vie. En revanche, elle semble cette fois exercer une influence négative sur la probabilité pour les docteurs en chimie.

Tableau 129. Perspectives de carrières des docteurs en physique : résultats des estimations de la probabilité d'envisager une carrière dans le secteur de la R&D privée (effets marginaux).

	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3
Constante	-0,041 (0,088)	-0,006 (0,101)	0,100 (0,114)
Sexe : féminin	-0,159 (0,116)	-0,184 (0,120)	-0,103 (0,127)
Ingénieur	0,388*** (0,097)	0,343*** (0,101)	0,416*** (0,112)
Nature recherché en thèse : fondamentale	-0,484*** (0,110)	-0,432*** (0,118)	-0,383*** (0,122)
Financement : allocataire-moniteur		-0,241 (0,150)	-0,113 (0,164)
Chargé de cours, TD, TP		-0,231 (0,158)	-0,184 (0,171)
Cifre		0,313* (0,164)	0,246 (0,176)
Secteur d'emploi : académique			-0,149 (0,137)
Intermédiaire			-0,450*** (0,143)
Hors recherché			-0,479** (0,218)
lnL	-73.2	-67.4	-61.0
lnL0	-97.7	-97.7	-97.7
Chi2	49.0***	60.5***	73.3***
Nombre d'observations	141	141	141

Source : enquête Irédu 2001. Estimations ML de modèles probit univariés. Effets marginaux avec erreurs-types entre parenthèses. * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

Tableau 130. Perspectives de carrières des docteurs en chimie : résultats des estimations de la probabilité d'envisager une carrière dans le secteur de la R&D privée (effets marginaux).

	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3
Constante	-0,125 (0,085)	-0,076 (0,106)	0,103 (0,158)
Sexe : féminin	0,084 (0,122)	0,036 (0,124)	0,058 (0,128)
Ingénieur	0,417*** (0,106)	0,459*** (0,123)	0,420*** (0,130)
Nature recherché en thèse : fondamentale	-0,421*** (0,110)	-0,413*** (0,118)	-0,409*** (0,129)
Financement : allocataire-moniteur		-0,005 (0,173)	-0,049 (0,178)
Chargé de cours, TD, TP		-0,467*** (0,177)	-0,537*** (0,186)
Cifre		0,081 (0,157)	0,015 (0,172)
Secteur d'emploi : académique			-0,108 (0,156)
Intermédiaire			-0,202 (0,159)
Hors recherché			-0,370* (0,196)
lnL	-51.8	-46.8	-44.8
lnL0	-69.1	-68.6	-68.6
Chi2	34.6***	43.3***	47.5***
Nombre d'observations	101	101	101

Source : enquête Irédu 2001. Estimations ML de modèles probit univariés. Effets marginaux avec erreurs-types entre parenthèses. * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

Tableau 131. Perspectives de carrières des docteurs en sciences de la vie : résultats des estimations de la probabilité d'envisager une carrière dans le secteur de la R&D privée (effets marginaux).

	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3
Constante	-0,225*** (0,052)	-0,204*** (0,057)	-0,076 (0,086)
Sexe : féminin	0,094* (0,056)	0,107** (0,054)	0,075 (0,054)
Ingénieur	0,102 (0,072)	0,078 (0,068)	0,129* (0,070)
Nature recherché en thèse : fondamentale	-0,121** (0,056)	-0,072 (0,057)	-0,019 (0,062)
Financement : allocataire-moniteur		-0,201** (0,096)	-0,183* (0,097)
Chargé de cours, TD, TP		-0,245** (0,099)	-0,179* (0,099)
Cifre		0,221** (0,103)	0,196** (0,099)
Secteur d'emploi : académique			-0,263** (0,119)
Intermédiaire			-0,145 (0,095)
Hors recherché			-0,095 (0,130)
InL	-86.7	-77.0	-74.3
InL0	-91.3	-91.4	-91.4
Chi2	9.3**	28.6***	34.1***
Nombre d'observations	193	193	193

Source : enquête Irédu 2001. Estimations ML de modèles probit univariés. Effets marginaux avec erreurs-types entre parenthèses. * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

En conclusion, on peut dire que les perspectives de carrières sont influencées par un grand nombre de variables mais que la discipline joue un rôle essentiel dans la structuration de la carrière envisagée. Cette structuration se fait progressivement puisque les perspectives de carrières sont expliquées par des caractéristiques qui prennent leur source avant la thèse – rôle du titre d'ingénieur en physique et chimie – et pendant la thèse – nature des recherches en physique et chimie, nature des financements en sciences de la vie. La discipline en elle-même rend donc certaines variables sans effet, alors que leur influence pouvait être logiquement pressentie comme étant importante. C'est le cas du financement Cifre, sans réelle conséquence sur les perspectives de carrières des chimistes et des physiciens, une fois tenue compte de l'ensemble des autres effets. Il ne semble par ailleurs pas y avoir d'effet du genre sur les perspectives de carrières des docteurs.

Section II. Activités de recherche et rémunérations des post-doctorants

Les post-doctorants constituent un segment aujourd'hui important du marché du travail scientifique. Nous avons déjà eu l'occasion d'appréhender la grande diversité de situations des post-doctorants français, notamment en termes de localisation géographique. Dans le

chapitre 2, nous avons montré que la formation post-doctorale joue aujourd'hui un rôle important dans la dynamique d'insertion des jeunes chercheurs français, notamment en sciences de la vie. Les post-doctorats y avaient été définis comme des situations qui se doivent d'être temporaires et qui doivent permettre l'apprentissage du métier de chercheur. Nous avons également montré, à l'aide de notre typologie des emplois en quatre catégories – enseignants-chercheurs des universités et chercheurs du secteur public, chercheurs et ingénieurs de recherche du secteur privé, chercheurs du secteur « intermédiaire » et non chercheurs – que les chercheurs du secteur intermédiaire se distinguent des post-doctorats au sens strict par la nature de l'employeur (qui est moins fréquemment une université ou un grand organisme de recherche publique), par la durée d'accession à l'emploi (qui n'est pas immédiate après la thèse) et par la localisation de l'emploi (qui se situe moins fréquemment à l'étranger). Les emplois du secteur intermédiaire se rapprochent cependant des post-doctorats par la nature du contrat de travail à durée déterminée et par le statut de chercheur « non titulaire ». Mais ces quelques éléments sont loin d'être suffisants pour caractériser le marché du travail post-doctoral. Ce marché est probablement déterminé par un ensemble de spécificités qu'il convient d'étudier. L'activité de recherche, en termes d'orientation des recherches et d'autonomie dans le travail, et la rémunération des post-doctorants vont donc être abordés avec attention dans cette section.⁶⁴³

Nous présentons tout d'abord quelques résultats sur les activités de recherche des post-doctorants (2.1.). Puis nous étudions la rémunération des post-doctorants ainsi que les déterminants de cette rémunération (2.2.).

2.1. Diversité des conditions et des activités de recherche des post-doctorants français

Le nombre de publications réalisées durant les post-docs est relativement différencié selon la localisation du post-doc (Tableau 132). Dans le tableau suivant, nous considérons le nombre moyen de publications non corrigé de la durée moyenne des post-docs. En effet, on peut considérer que le nombre de publications est un indicateur de l'impact potentiel du post-doc. Avec cette mesure, on voit alors que les post-doctorants restés en France publient moins que les post-doctorants partis à l'étranger. Globalement un peu plus d'un tiers des post-

⁶⁴³ La partie du questionnaire Irédu (2001) qui concernait les post-doctorats n'a pas pu être développée autant que nous l'aurions voulu pour des raisons d'économie de place et pour ne pas surcharger un questionnaire déjà

doctorants ne publient rien durant leur premier post-doc ; c'est le cas de près de 50% des post-doctorants durant leur second post-doc. Par contre, près d'un quart des post-doctorants aux Etats-Unis ont publié 3 articles ou plus durant leur séjour post-doctoral. Au sein des post-doctorants demeurés en France, peu de différences apparaissent entre ceux qui effectuent leur post-doc dans leur laboratoire de thèse et ceux qui l'ont fait dans une autre structure.

Tableau 132. Nombre moyen et répartition des publications des post-doctorants.

	En France		USA	Autres pays	Ensemble
	Autre	Même labo			
Premier post-doc					
Nombre de publications	1.14 (1.31)	1.08 (1.36)	2.06 (2.37)	2.0 (2.30)	1.68 (2.06)
Proportion : 0 publication	42	46	31	30	35
1	30	25	25	23	25
2 ou 3	19	21	22	28	23
Plus de 3	9	8	23	20	17
Second post-doc					
Nombre de publications	0.93 (1.47)		1.85 (1.42)	1.36 (1.17)	1.20 (1.43)
Proportion : 0	61		15	27	45
1	18		25	32	22
2 ou 3	8		50	36	22
Plus de 3	13		10	5	11

Source : enquête Irédu 2001. Nombre de publications : nombre moyen avec écart-type entre parenthèses. Autres lignes : répartition en % du nombre de publications.

On n'observe pas de grandes disparités au niveau de la nature des collaborations dans les publications durant les post-docs (Tableau 133). Les collaborations avec des chercheurs du laboratoire du post-doctorant sont majoritaires et les co-publications avec des chercheurs du secteur privé très minoritaires.⁶⁴⁴

bien rempli compte tenu de son mode d'administration (email).

⁶⁴⁴ Rappelons que plus de 90% des post-docs sont effectués dans un laboratoire universitaire ou de la recherche publique.

Tableau 133. Nature des collaborations dans les publications durant les post-docs (%).

	En France		USA	Autres pays	Ensemble
	Autre	Même labo			
Premier post-doc					
Seul	3	6	8	6	6
Avec les chercheurs du labo	53	54	62	67	60
Avec d'autres chercheurs publics	34	19	19	26	25
Avec des chercheurs privés	2	8	5	3	4
Second post-doc					
Seul	8		20	5	10
Avec les chercheurs du labo	26		60	55	39
Avec d'autres chercheurs publics	28		50	55	38
Avec des chercheurs privés	2		0	9	3

Source : enquête Irédu 2001. Les totaux en colonne ne somment pas à 100%, des réponses multiples étant possibles, tout comme des non réponses (même si le docteur a publié).

Des différences importantes apparaissent en revanche dans l'orientation des recherches menées lors du post-doc entre les docteurs qui sont restés dans leur laboratoire de thèse – qui mènent des recherches plus appliquées – et les docteurs qui sont partis dans un autre laboratoire, mais toujours en France – qui font davantage des recherches fondamentales, en proportion pratiquement égale aux docteurs ayant effectué un post-doc aux USA. Très peu de post-doctorants ont des activités de développement.

Tableau 134. Orientation des recherches des post-doctorants (%).

	En France		USA	Autres pays	Ensemble
	Autre	Même labo			
Premier post-doc					
Recherche fondamentale	61	44	65	54	57
Appliquée	35	54	34	40	39
Développement	9	8	11	11	10
Second post-doc					
Fondamentale	46		59	57	51
Appliquée	48		36	43	44
Développement	18		18	13	17

Source : enquête Irédu 2001.

La diversité des post-doctorats peut être appréhendée par la plus ou moins grande autonomie dont dispose les post-doctorants dans leurs activités de recherche. En effet, le post-doctorant peut simplement avoir à suivre les grandes orientations du laboratoire tout en travaillant sous l'autorité d'un directeur de recherches, il est également possible qu'il effectue un contrat de recherche, ou bien encore qu'il travaille pour une institution extérieure tout en

bénéficiant des infrastructures du laboratoire. Si la proportion de post-doctorants qui se considèrent comme autonomes dans leurs activités de recherche est relativement similaire selon la localisation du post-doc, il n'en est pas de même des contraintes avancées par ces individus (Tableau 135). En effet, alors que 62% des post-doctorants aux USA annoncent simplement qu'ils doivent suivre les grandes orientations de leur structure de travail, ils sont seulement respectivement 27% et 37% à répondre ainsi parmi les individus qui sont restés en France dans leur laboratoire de thèse et ceux qui sont restés en France mais dans une autre structure de travail. La proportion de post-doctorants qui déclare avoir des objectifs précis à réaliser est plus élevée pour les individus qui sont restés dans leur laboratoire d'origine que pour les autres post-doctorants. Ces post-docs français qui sont restés dans leur laboratoire de thèse sont donc davantage des emplois d'attente que des post-docs au sens premier du terme qui impliquent un développement des compétences spécifiquement valorisables sur le marché académique.

Comparativement à l'autonomie dont bénéficie les chercheurs du secteur intermédiaire⁶⁴⁵ – nous aurons l'occasion d'étudier plus en détail cette question dans la section « 3.2.3. Autonomie et contraintes ressenties : les chercheurs du secteur intermédiaire, chercheurs académiques sans l'autonomie ? » (p. 547) – les post-doctorants semblent être plutôt bien lotis. En effet, seuls 7% des chercheurs du secteur intermédiaire jouissent d'une grande autonomie dans leurs activités de recherche (contre 32% pour les post-doctorants). De même, 58% des chercheurs du secteur intermédiaire disent avoir des objectifs précis à réaliser (contre seulement 37% des post-doctorants⁶⁴⁶). Mais, sur ce dernier point, les post-doctorants restés dans leur laboratoire de thèse se distinguent moins franchement des chercheurs du secteur intermédiaire puisqu'ils sont 50% à juger qu'ils ont des objectifs à réaliser.

⁶⁴⁵ En faisant l'hypothèse que la structure disciplinaire des post-doctorants et des chercheurs du secteur intermédiaire est comparable. Néanmoins, compte tenu du nombre limité d'observations, une analyse plus fine serait plus qu'hasardeuse et on devra se contenter de cette analyse globale.

⁶⁴⁶ Il s'agit bien ici de la proportion calculée sur l'ensemble des post-doctorants et pas seulement parmi ceux qui ne se déclarent pas autonomes comme figurée dans le tableau.

Tableau 135. Autonomie des post-doctorants dans leur activité de recherche (%).

	En France		USA	Autres pays	Ensemble
	Autre	Même labo			
Premier post-doc					
Autonome	33	37	28	33	32
Doit suivre les grandes orientations du labo	37	27	62	51	48
Objectifs précis à réaliser	49	80	41	57	54
Travaux pour une institution extérieure	26	17	19	15	19
Second post-doc					
Autonome		27	45	52	37
Doit suivre les grandes orientations du labo		43	33	36	40
Objectifs précis à réaliser		57	58	64	58
Travaux pour une institution extérieure		11	33	9	15

Source : enquête Irédu 2001. Pour chaque post-doc, première ligne : proportion en % de post-doctorants qui se déclarent autonomes ; trois dernières lignes : pourcentages parmi ceux qui ne sont pas autonomes dans leur travail de recherche.

2.2. Les rémunérations des post-doctorants

Les rémunérations nettes perçues⁶⁴⁷ par les post-doctorants sont présentées dans le Tableau 136. Les comparaisons internationales en termes de revenus sont toujours délicates, non seulement du fait des difficultés de conversion entre devises, mais plus généralement en raison des différences institutionnelles existant entre les différents pays, différences qui rendent la comparaison des pouvoirs d'achat difficiles. Ici, nous avons choisi de demander la rémunération mensuelle nette perçue qui correspond, davantage que le revenu brut, au pouvoir d'achat potentiel du revenu et donne sans doute une meilleure idée du niveau de vie, sans que cela soit parfait, loin s'en faut, notamment pour comparer des systèmes aussi éloignés que le système américain et français. La question du niveau de vie est en effet autrement complexe puisqu'elle doit tenir compte notamment de la diversité des systèmes de couverture sociale et de santé et du prix du logement.⁶⁴⁸ Les conversions entre devises ont été

⁶⁴⁷ Nous avons laissé les revenus en francs, l'enquête ayant été effectuée en 2001 et les euros ne s'étant pas encore concrètement matérialisés...

⁶⁴⁸ Alain Carpentier ne dit pas autre chose dans un article du Monde (daté 19/03/04) intitulé « La tentation américaine » : « Après l'enthousiasme initial [de l'arrivée aux Etats-Unis], d'autres réalités s'ouvrent. La vie est très coûteuse aux Etats-Unis : logement, frais médicaux, couverture sociale, assurances, études des enfants, tout se paie, et cher. Il n'est donc pas objectif de parler de salaire sans parler de niveau de vie ! ».

effectuées à l'aide des taux de change annuels moyens en parité des pouvoirs d'achat calculés par l'OCDE pour l'année 2000.⁶⁴⁹

Les résultats montrent sans surprise une importante différence de revenus entre post-doctorants en France et post-doctorants à l'étranger. Pour le premier post-doc, le revenu mensuel net moyen des post-docs en France est inférieur à 10 000 F avec un très léger avantage pour les individus qui ont intégré un autre laboratoire que leur laboratoire de thèse. 59% des post-docs en France et 82 % des post-docs restés en France dans leur labo de thèse gagnent moins de 10 000 F. Par contre, 56% des post-doctorants qui sont aux USA gagnent plus de 15 000 F. C'est le cas de 34% des post-doctorants à l'étranger dans un autre pays.⁶⁵⁰

Tableau 136. Revenus moyens des post-doctorants français (en francs) et répartition (en %).

	En France		USA	Autres	Ensemble
	Autre	Même labo			
Premier post-doc					
Revenus moyens	9752	9435	16072	14599	13126
Ecart-types	2612	2057	3286	5442	4762
7500 F ou moins	13	17	.0	6	8
De 7500 à 10000 F	46	65	7	22	30
De 10001 à 15000 F	39	17	37	39	35
De 15001 à 20000	2	0	51	20	22
Plus de 20001 F	0	0	5	14	6
Second post-doc					
Revenus moyens	11184		15294	11233	12037
Écarts-types	2604		5642	3337	3909
7500 F ou moins	8		0	13	4
De 7500 à 10000 F	22		0	27	18
De 10001 à 15000 F	66		50	53	60
De 15001 à 20000	4		22	7	8
Plus de 20001 F	0		28	0	4

Source : enquête Irédu 2001. Pour chaque post-doc, deux premières lignes : revenus moyens nets perçus en francs et écarts-type (voir texte pour plus de précisions) ; autres lignes : distribution des revenus en %.

⁶⁴⁹ La diversité des calculs possibles des taux de change en PPA nous incite à penser, avec *The Economist*, que la parité « Big Mac » n'est peut être pas une si mauvaise approximation de la PPA...

⁶⁵⁰ L'écart-type et surtout le coefficient de variation (écart-type rapport à la moyenne) est particulièrement élevé pour ce dernier groupe par rapport aux trois autres groupes considérés ici. On voit aussi que la répartition est particulièrement étalée pour ce même groupe. La forme de la distribution s'explique par la diversité des pays retenus dans cette catégorie. Si, par exemple, les rémunérations des post-doctorants français au Japon sont parmi les plus élevées, il n'en est pas de même des revenus perçus par les post-doctorants au Royaume-Uni et plus généralement en Europe.

2.2.1. Les estimations réalisées : méthode de Heckman en deux étapes vs. maximisation jointe de la fonction de vraisemblance

Nous modélisons le salaire des post-doctorants comme suit. Le log du revenu est la variable dépendante, qui est expliquée par un ensemble de variables : le lieu du post-doc, la disciplines du doctorat... Nous présentons ici l'estimation de deux modèles. Le premier est l'estimation d'une équation simple par les MCO. Le deuxième prend en compte un problème éventuel de sélection. Nous n'observons en effet les revenus que pour les individus ayant effectué un post-doc. Des caractéristiques inobservables différentes entre les individus ayant effectué un post-doc et les individus n'en ayant pas effectué sont susceptibles de biaiser les coefficients des estimations des modèles simples sans prises en compte de ce phénomène de sélection. Nous avons utilisé deux méthodes d'estimation de l'équation de salaires avec sélection : la première a été réalisée à l'aide de la méthode traditionnelle de Heckman (1979) en deux étapes alors que la seconde a consisté en l'estimation simultanée de l'équation de salaires et du modèle probit de sélection par la méthode du maximum de vraisemblance.

Le modèle se présente ainsi, w_i^* et s_i^* étant respectivement les variables latentes de log du salaire et de sélection :

$$w_i^* = \mathbf{x}_i \boldsymbol{\beta} + u_i$$

$$s_i^* = \mathbf{z}_i \boldsymbol{\delta} + v_i$$

où \mathbf{x}_i est le vecteur des variables explicatives et $\boldsymbol{\beta}$ le vecteur des paramètres à estimer de l'équation de salaire. \mathbf{z}_i et $\boldsymbol{\delta}$ sont les vecteurs correspondants pour l'équation de sélection.

Les distributions des termes d'erreurs ont pour caractéristiques : $E(u_i) = 0$, $E(u_i^2) = \sigma_u^2$,
 $E(v_i) = 0$, $E(v_i^2) = \sigma_v^2$ et $E(u_i v_j) = \begin{cases} \sigma_{uv} & \text{si } i = j \\ 0 & \text{si } i \neq j \end{cases}$.

Pour chaque individu de l'échantillon une variable de sélection est observée. Elle est telle que :

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

Pour les individus dont $s_i^* = 1$, la variable w_i est observée et est égale à w_i^* . Lorsque $s_i^* = 0$, w_i n'est pas observé et est remplacé par une valeur manquante. Ici, la variable de la rémunération n'est observée que quand les docteurs ont effectué un post-doc.

La fonction de régression pour l'échantillon non aléatoire peut être écrite comme suit :

$$E(w_i^* | \mathbf{x}_i, s_i = 1) = \mathbf{x}_i \boldsymbol{\beta} + E(u_i | s_i = 1)$$

L'utilisation des MCO pour estimer cette équation peut fournir des estimateurs biaisés à partir du moment où le second terme de droite, l'espérance conditionnelle de u_i , n'est pas égale à zéro.

La méthode en deux étapes de Heckman (1979) consiste à dériver analytiquement la formule de cette espérance conditionnelle :

$$E(u_i | s_i = 1) = \theta \lambda_i$$

$$\text{avec } \theta = \frac{\sigma_{uv}}{\sigma_u \sigma_v} \text{ et } \lambda_i = \frac{\phi\left(-\frac{\mathbf{z}_i \boldsymbol{\delta}}{\sigma_v}\right)}{1 - \Phi\left(-\frac{\mathbf{z}_i \boldsymbol{\delta}}{\sigma_v}\right)}, \text{ le ratio de Mills.}$$

La fonction de régression peut alors s'écrire :

$$E(w_i^* | \mathbf{x}_i, s_i = 1) = \mathbf{x}_i \boldsymbol{\beta} + \theta \lambda_i$$

Le log du salaire est donc :

$$w_i = \mathbf{x}_i \boldsymbol{\beta} + \theta \lambda_i + \varepsilon_i$$

où les erreurs $\varepsilon_i = u_i - \theta \lambda_i$ ont la propriété attendue, à savoir : $E(\varepsilon_i | \mathbf{x}_i, \lambda_i, s_i = 1) = 0$

La première étape de la méthode de Heckman consiste à calculer la probabilité que $s_i = 1$ en estimant simplement un probit sur l'ensemble de l'échantillon. A l'aide des coefficients estimés du vecteur $\boldsymbol{\delta}$, on peut calculer, par la formule donnée ci-dessus, le terme de correction du biais de sélection λ_i pour chaque individu (dont w_i est observé).

La seconde étape consiste à estimer l'équation finale qui a pour variables explicatives le vecteur \mathbf{x}_i et les termes de correction λ_i calculés à l'étape précédente. Les coefficients estimés de β et de θ ne sont pas biaisés puisque l'espérance conditionnelle de ε_i est nulle.

La deuxième méthode est basée sur la maximisation de la fonction de vraisemblance jointe du modèle à deux équations. Les coefficients estimés sont alors obtenus en une seule étape. On peut montrer que ces estimateurs ont des propriétés intéressantes. Non seulement ils ne sont pas biaisés, mais ils sont en plus asymptotiquement efficaces et distribués normalement.⁶⁵¹ C'est donc cette méthode que nous utiliserons pour nos estimations. Cependant, les estimateurs obtenus sont très peu différents de ceux calculés avec la méthode en deux étapes de Heckman.

Les résultats des estimations de deux modèles sont présentés dans le Tableau 137 (p. 453). Le premier est un modèle sans sélection alors que le second est l'estimation par maximum de vraisemblance du modèle avec sélection.⁶⁵² Nous avons fait figurer dans le tableau les effets marginaux pour l'estimation probit de l'équation de sélection.

Le modèle avec sélection fournit des résultats très proches du modèle sans sélection. Il ne semble en effet pas exister de phénomène de sélection, la corrélation des termes d'erreurs de l'équation linéaire et de l'équation de sélection n'étant pas significative. Les modèles sont globalement satisfaisants puisqu'on parvient à expliquer 54% de la variance totale des rémunérations avec l'ensemble des variables introduites.

2.2.2. L'influence de la localisation : les post-doctorants aux Etats-Unis gagnent 50% de plus que les post-doctorants restés en France

La localisation du post-doc est le grand déterminant des revenus perçus, même si notre typologie en trois catégories laisse place à une variabilité non expliquée potentiellement

⁶⁵¹ La fonction de vraisemblance et des discussions complémentaires peuvent être trouvées dans Maddala (1983) et Yum (2001). Voir également Greene (1981) et Heckman (1990). Pour une généralisation de cette méthode avec une structure multinomiale de la sélection, voir Bourguignon *et al.* (2001). Si l'utilisation de la méthode de Heckman en deux étapes a perduré aussi longtemps, notamment dans les logiciels économétriques, c'est probablement plus par habitude que par nécessité informatique, les ordinateurs étant capables de calculer depuis longtemps en un temps raisonnable les estimateurs du maximum de vraisemblance. La légèreté de la méthode de Heckman et l'économie de puissance qu'elle permet n'expliquent pas complètement sa longévité...

⁶⁵² Néanmoins, nous avons ajouté à la fin le coefficient lambda pour ne pas perturber le lecteur plus familier avec la méthode d'Heckman en deux étapes. En effet, avec la méthode ML il n'y a pas de coefficient lambda puisque l'estimation est réalisée en une seule étape ; cependant, la corrélation entre les termes d'erreurs des deux équations est bien entendu prise en compte lors de la maximisation de la fonction de vraisemblance.

importante, notamment au sein de la catégorie « autres pays », singulièrement plus hétérogène que les autres. La variable de référence est ici constituée par les post-docs réalisés à l'étranger dans un pays autre que les Etats-Unis. On constate alors que les post-doctorants aux USA gagnent 15% de plus que les post-doctorants à l'étranger dans un autre pays, alors que les post-doctorants en France ont une rémunération de près de 30% inférieure⁶⁵³, toutes choses égales par ailleurs. La différence de rémunération est donc de près de 50% entre les post-doctorants en France et les post-doctorants aux USA. Notons que les rémunérations des post-doctorants en France sont identiques qu'ils soient restés ou non dans leur laboratoire de thèse.

Quelques nuances et quelques précisions, indépendamment du problème de comparabilité des niveaux de vie que nous mentionnions plus haut, doivent cependant être apportées sur le niveau relativement élevé de rémunération des post-doctorants aux Etats-Unis. En effet, aux Etats-Unis, les revenus perçus par les post-doctorants sont relativement variables d'une discipline à l'autre. Freeman (1999), à l'aide de différentes sources de données, notait ainsi que le salaire médian des post-doctorants en économie s'établissait à 42 800 dollars, contre respectivement 37 500 et 36 000 dollars pour les post-docs en mathématiques et en physique. Dans un rapport d'août 2002 réalisé par le cabinet Abbott, Langer & Associates, le revenu médian des post-doctorants en sciences de la vie est estimé à 35 000 dollars. Enfin, Mark Regets à l'aide des données de la NSF rappelle que :

“The median salary across all fields for postdocs is \$33,000 versus about \$62,000 for non postdocs. Fields such as engineering and math/computer science have somewhat higher postdoc salaries, into the low 40000, while median salaries in the social sciences are the lowest at \$30,000. It should be mentioned that \$33,000 is almost exactly the median salary for all workers in the United States, so in some ways, it is a living wage. But the opportunity cost is huge when you consider what people could be earning otherwise.” (Présentation de Mark Regets in CPST 2002, p. 10).

2.2.3. Les effets de la discipline : les sciences de la vie, faiblement rémunérés

La discipline du doctorat semble jouer un certain rôle dans la rémunération perçue lors du post-doc. La référence est ici constituée par les mathématiques, informatique et biologie. Nous avons regroupé ces trois disciplines après l'estimation de plusieurs modèles dans

⁶⁵³ Pour les coefficients qui s'éloignent de zéro de façon « importante » – disons, pour fixer les idées, à partir de 0,2 –, on devrait, en toute rigueur, recalculer systématiquement les taux de croissance en prenant l'exponentielle

lesquels les coefficients de ces trois variables n'étaient pas significativement différents les uns des autres. Les docteurs en sciences de la terre et de l'univers ont alors une rémunération près de 23% plus élevée que celle des docteurs de référence. Les docteurs en chimie et en physique ont également un revenu plus élevé, même si c'est dans une moindre mesure (de 13 à 15% selon les modèles). Une chose intéressante à noter est que les biologistes, pour lesquels le post-doc est devenu la règle, perçoivent des revenus relativement faibles par rapport aux post-doctorants des autres disciplines.

Cala confirme les résultats de certaines études sur les post-doctorants en sciences de la vie aux Etats-Unis. En dehors de ceux qui sont employés dans des grandes entreprises privées, notamment pharmaceutiques, les autres ont tendance à avoir des rémunérations plus faibles que la moyenne des post-doctorants. Par exemple, les *traineeships* du NIH sous le programme NRSA (National Research Service Award) avaient été fixés à un montant de 20 000 dollars en 1997 (pour un post-doc en première année) avant d'être réévalués (7 000 post-doctorants d'institutions extérieures au NIH étaient concernés). Dans l'enquête du cabinet Abbott, Langer & Associates, mentionnée ci-dessus, si le revenu médian des post-doctorants en sciences de la vie est estimé à 35 000 dollars, les jeunes chercheurs et les post-doctorants en sciences de la vie employés par les grandes entreprises pharmaceutiques ont des revenus bien supérieurs (de l'ordre de 51 000 dollars). Or, comme nous avons déjà eu l'occasion de le souligner, les post-doctorants dans le secteur privé sont très peu nombreux dans notre base de données et, dans ces modèles, nous contrôlons de toute façon pour le secteur d'emploi.

2.2.4. Les effets de quelques autres variables explicatives et l'équation de sélection

Le secteur de l'institution dans laquelle le post-doctorant travaille ne semble pas influencer la rémunération perçue. La variable secteur académique ou recherche publique n'est en effet pas significative dans les modèles présentés ; notre remarque précédente explique sans doute également cela.⁶⁵⁴

du coefficient auquel on retranche 1. Par exemple, pour les post-doctorants en France cela donne : $\exp(-0,355) - 1 = -0,299$.

⁶⁵⁴ Dans d'autres modèles moins complets, cette variable avait parfois un léger effet significatif, les revenus des post-docs du secteur académique étant légèrement inférieurs.

L'orientation des recherches durant le post-doc ne semble pas non plus affecter le revenu perçu, une fois pris en compte l'ensemble des autres effets.⁶⁵⁵

Nous avons tenu compte de la durée du post-doc puisque le revenu demandé était celui du dernier mois du post-doc. La durée semble exercer un effet quadratique : la rémunération augmente jusqu'à une certaine durée – estimée à 37 mois avec le modèle 1 – avant de décroître. Notons toutefois que peu de docteurs ont une durée du premier post-doc supérieur à ce seuil ce qui donne un profil légèrement croissant aux rémunérations perçues durant le post-doc. A titre d'exemple on peut calculer qu'un post-doctorant qui a passé 24 mois en post-doc a une rémunération mensuelle (du dernier mois de son post-doc) supérieure de 13% à celle d'un post-doctorant qui n'est resté que douze mois en post-doc, toutes choses égales par ailleurs. Cet effet de la durée du post-doc sur la rémunération perçue semble surtout être valable pour les post-doctorants à l'étranger, le profil de la rémunération des post-docs en France étant en général plat.

Des variables décrivent la carrière envisagée au début du doctorat ont été introduites dans les modèles. La référence est constituée par les individus qui envisageaient une carrière dans le secteur privé. Les post-doctorants qui envisageaient une carrière dans la recherche publique ou universitaire percevaient une rémunération en post-doc très légèrement inférieure – de 7 à 8%, mais peu significatif – à ceux qui envisageaient une carrière dans le secteur privé. Cette différence peut s'analyser comme un « sacrifice » que les docteurs particulièrement attachés à une carrière universitaire sont prêts à faire pour favoriser leur chance d'accès à un tel poste. La rémunération proposée en post-doctorat n'est donc sans doute pas l'élément primordial de choix entre plusieurs post-doctorats. D'autres facteurs entrent en ligne de compte, tels que la renommée de l'institution d'accueil ou du superviseur, les conditions de recherche, les perspectives d'emploi à l'issue du post-doc...⁶⁵⁶ Si l'individu envisageait une carrière hors de la recherche ou s'il n'avait pas de plan de carrière bien défini (« ne savait pas exactement »), alors la rémunération qu'il perçoit en post-doc est fortement décriée (-28%). Le post-doc est alors pour ces docteurs une situation d'attente, un emploi temporaire leur permettant de patienter en attendant mieux.

⁶⁵⁵ Dans des modèles moins complets, la variable était légèrement significative avec un coefficient négatif.

⁶⁵⁶ Parmi quelques-uns des facteurs étudiés par *The Scientist* dans l'enquête en ligne « Best places for postdocs » que nous avons brièvement présentée dans le chapitre 1, section « 1.2.2.2. Une illustration : les États-unis, pôle mondial d'attraction de la main-d'œuvre scientifique et technologique ».

Quelques autres variables, dont les effets sont en général peu voire pas significatifs dans les modèles présentés, variables qui peuvent malgré tout jouer un certain rôle explicatif, sont présentées dans le tableau. Énumérons les et détaillons rapidement leurs effets. Les post-doctorants qui possèdent un bac C ont une rémunération supérieure de 7% environ. Les individus en couple en fin de thèse ont également une rémunération très légèrement supérieure (6% mais le coefficient est peu significatif⁶⁵⁷). Enfin, si le post-doctorant a été aidé dans la recherche de ce post-doc par un ou plusieurs membres de son labo de thèse alors il a une rémunération un peu supérieure (même si cette variable n'est plus significative dans ces modèles, elle l'était dans des modèles moins complets).

D'autres variables ont été introduites telles que le type du laboratoire, les financements obtenus durant la thèse ou la durée de la thèse, sans qu'elles n'aient jamais d'effet significatif sur la rémunération perçue en post-doctorat. Il n'existe pas non plus de différences entre hommes et femmes quant à la rémunération en post-doc.

L'équation de sélection comprend quelques unes des variables que nous avons déjà introduites à l'occasion de l'analyse du départ en post-doc.⁶⁵⁸ Différentes spécifications ont été testées sans que les résultats ne changent significativement, ou alors de façon marginale. Nous retrouvons la plupart des résultats déjà mis en évidence. Par exemple, les biologistes ont une probabilité bien plus forte de partir en post-doc. On note également que les financements jouent le rôle décrit précédemment dans le chapitre 2.

Notons enfin, quitte à nous répéter, qu'il ne semble pas exister de biais de sélection puisque les termes d'erreurs des deux équations ne sont pas significativement corrélés et que les coefficients estimés varient peu entre la spécification de l'équation avec et sans prise en compte du phénomène de sélection.

⁶⁵⁷ Cet effet est un peu surprenant puisque nous avons montré que ces individus, enfin, essentiellement les femmes, sont moins mobiles que les autres. Des estimations séparées hommes-femmes, qui sont moins satisfaisantes compte tenu du faible nombre d'observations et que nous n'avons donc pas présentées ici, montrent que la variable en couple en fin de thèse n'est significative que pour les femmes.

⁶⁵⁸ Voir notamment la section « 2.1.4.2. Le premier post-doc : résultats des estimations sur données Irédu 2001 » dans le chapitre 2, p. 200.

Tableau 137. Rémunérations en post-doc : résultats des estimations.

	Modèle 1		Modèle 2
	Log du salaire	Log du salaire	Sélection
Constante	9,246*** (0,093)	9,281*** (0,104)	-0,177** (0,074)
Sexe : féminin	-0,036 (0,035)	-0,039 (0,034)	
Localisation du post-doc : France, même laboratoire que la thèse	-0,355*** (0,050)	-0,354*** (0,049)	
France, autre laboratoire	-0,353*** (0,047)	-0,352*** (0,046)	
USA	0,145*** (0,041)	0,149*** (0,040)	
Discipline du doctorat : physique	0,141*** (0,045)	0,148*** (0,045)	
Sciences de la terre	0,206** (0,080)	0,210*** (0,078)	
Chimie	0,128*** (0,047)	0,138*** (0,047)	
Sciences de la vie			0,205*** (0,055)
Orientation des recherche durant le post-doc : fondamentale	-0,017 (0,035)	-0,021 (0,034)	
Durée du post-doc	0,021*** (0,004)	0,021*** (0,004)	
Durée du post-doc au carré	-2,77E-4*** (8,03E-5)	-2,87E-4 (7,79E-5)	
Post-doc : secteur académique/public	-0,078 (0,053)	-0,084 (0,052)	
Bac C	0,074** (0,033)	0,075** (0,032)	
En couple en fin de thèse	0,060* (0,033)	0,061* (0,033)	-0,076 (0,051)
Carrière envisagée : académique	-0,065* (0,037)	-0,079* (0,042)	0,194*** (0,056)
Hors recherche ou ne savait pas exactement	-0,331*** (0,104)	-0,330*** (0,100)	
A trouvé le post-doc grâce à un membre du laboratoire de thèse	0,053 (0,039)	0,051 (0,038)	
Orientation des recherches en thèse : fondamentale			0,111** (0,053)
Laboratoire de thèse : UPR			0,220*** (0,078)
Universitaire			-0,104 (0,096)
Financement de la thèse : allocataire-moniteur			-0,274*** (0,067)
Bourse d'un autre ministère			-0,347** (0,147)
Bourse d'un autre organisme public			-0,251*** (0,074)
Cifre			-0,485*** (0,102)
Mention à la thèse : félicitations du jury			0,180*** (0,051)
Nombre de publications en thèse			0,027*** (0,010)
In L	-10.6	-1.4	
In L0	-118.6	-118.0	
R2	0.543		
Lambda		-0,042 (0,061)	
Rho		-0.16	
Nombre d'observations	275	275	482

Source : enquête Irédu 2001. Salaire : coefficients estimés. Sélection : effets marginaux. Erreurs-type entre parenthèses. Modèle 2 avec sélection : estimation ML. Voir texte pour des précisions sur les méthodes d'estimations. * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

En conclusion, on décèle l'existence d'un marché post-doctoral étendu, le post-doctorat étant devenu la norme dans de nombreuses disciplines, particulièrement en sciences de la vie. Au-delà des caractéristiques communes à l'ensemble des post-doctorants – contrats de travail temporaires, secteur d'emploi très majoritairement public et académique, activités de recherche plutôt fondamentale – des spécificités sont pourtant visibles. Il est possible d'isoler deux sous segments du marché post-doctoral : le premier est celui de la mobilité internationale, essentiellement en direction des USA. Ces post-doctorants ont une rémunération supérieure, une activité de recherche davantage orientée vers la recherche de base et une autonomie plus grande que les autres post-doctorants. Le second segment est constitué par les post-doctorants restés en France – et particulièrement ceux qui effectuent leur post-doc dans le même laboratoire que celui de leur thèse – dont les conditions d'emploi et de recherche sont moins favorables comparées à celles du premier segment. Ce second segment semble donc rapprocher ces post-doctorants des chercheurs du secteur intermédiaire que nous avons déjà évoqué à plusieurs reprises. C'est notamment le cas au niveau de l'autonomie et des contraintes ressenties dans l'activité de recherche puisque près de 6 chercheurs du secteur intermédiaire sur 10 et la moitié des post-doctorants restés dans leur laboratoire de thèse disent avoir des objectifs précis à réaliser (contre seulement 37% pour l'ensemble des post-doctorants quelque soit le lieu de réalisation du post-doc). Reste néanmoins à préciser davantage les contours, les modalités d'emploi et les caractéristiques de ce secteur intermédiaire, comparativement aux deux communautés scientifiques traditionnelles : les chercheurs du secteur académique et ceux du secteur privé. C'est ce qui est entrepris dans la section suivante.

Section III. Les conditions d'emploi et de travail des jeunes scientifiques : diversifiées mais typifiées par secteur

Pour présenter et analyser le travail de R&D des jeunes chercheurs français titulaires d'un doctorat, nous utilisons la typologie des emplois en trois catégories mise en œuvre dans le chapitre 2 : les enseignants-chercheurs et les chercheurs de la recherche publique sont distingués des chercheurs du secteur privé et des chercheurs du secteur intermédiaire.⁶⁵⁹ Cette

⁶⁵⁹ La section « 2.2.1.2. Les emplois des docteurs selon l'enquête Irédu 2001 » (p. 236) du chapitre 2 présente cette typologie de façon détaillée. Nous remercions le lecteur intéressé de bien vouloir s'y reporter.

typologie en trois communautés a-t-elle un sens ? Que peut-elle – ou ne peut-elle pas – nous apprendre sur les conditions d'emploi et d'activité des jeunes chercheurs français ? C'est l'occasion de tester la pertinence et la validité de cette catégorisation.

Nous avons essayé d'établir des typologies d'activités différentes en utilisant les nomenclatures et les définitions proposées par le manuel de Frascati et le manuel d'Oslo. Il aurait été intéressant de séparer les activités de R&D, telles que définies dans le manuel de Frascati, qui permettent un accroissement des connaissances actuelles, des autres activités scientifiques et technologiques, qui n'augmentent pas le stock de connaissances. Ces deux catégories pouvaient également être complètes par les activités d'innovation au sens du manuel d'Oslo. Hélas, des informations complémentaires et un échantillon de taille supérieure auraient été nécessaires pour faire cette typologie. Nous avons donc renoncé à établir cette taxinomie et nous nous rabattons sur notre nomenclature initiale.

Est-il possible d'obtenir un indicateur synthétique de la qualité d'emploi ? Les analyses que nous avons effectuées dans les chapitres 1 et 2, proches des travaux traditionnels de l'économie du travail, et celles que nous avons développées dans le chapitre 3 et dans les premières sections de ce chapitre 4, plus proches de l'économie de l'innovation et du changement technique, peuvent-elles se rejoindre pour amener à comprendre le marché du travail des scientifiques ? C'est ce que nous essayons de démontrer dans une première section (3.1.) en présentant une analyse de la satisfaction au travail, concept multidimensionnel qui, nous allons le voir, va nous permettre de combiner les nombreux éléments de compréhension du marché du travail scientifique que nous avons développés jusqu'ici. On tente en particulier de savoir si les chercheurs du secteur « intermédiaire » se distinguent, du point de vue de la satisfaction au travail, des chercheurs des deux autres communautés que nous avons isolées précédemment (les chercheurs du secteur académique et ceux du secteur privé). Cette section est également l'occasion d'étudier en détail les déterminants de la rémunération puisque celle-ci est vraisemblablement une variable explicative importante de la satisfaction au travail.

Dans une seconde section (3.2.), nous étudions en détail le contenu et les modalités des activités de R&D des jeunes chercheurs français selon leur secteur d'emploi. Nous combinons un ensemble d'éléments objectifs permettant d'appréhender l'activité de R&D des jeunes scientifiques – orientation et activités de recherches, réalisation de contrats de recherche, participation à des réseaux scientifiques et objectifs de ces réseaux – et quelques éléments plus subjectifs – autonomie et contraintes ressenties dans l'activité de R&D, objectifs à

réaliser – nous permettant d’avoir une vision plus concrète des activités des jeunes chercheurs selon qu’ils appartiennent au monde académique, au secteur privé ou au secteur « intermédiaire ». Cela nous permet également de voir si l’interprétation en termes de communautés scientifiques est justifiée, et si oui, dans quelle mesure. Nous pourrions également à l’aide de quelques-unes de ces variables comparer les post-doctorants, et notamment les post-doctorants restés dans leur laboratoire de thèse, aux chercheurs du secteur intermédiaire, et conclure quant aux ressemblances/dissemblances entre ces deux populations.

La troisième section (3.3.) analyse les déterminants du nombre de publications et des profils de collaboration au niveau des publications. Nous cherchons d’une part à savoir si les chercheurs des trois communautés ont des profils de publications – étudiés en termes de nombre de publications et de collaborations au niveau des publications – clairement différenciés ou non. Nous voulons d’autre part une nouvelle fois plus particulièrement comparer les post-doctorants aux chercheurs du secteur intermédiaire.

3.1. Satisfaction au travail et rémunérations des jeunes scientifiques

A notre connaissance, la satisfaction au travail des docteurs, des chercheurs ou des universitaires n’a été que rarement étudiée en dehors des études nombreuses de la perception qu’ont les docteurs ou doctorants des études doctorales⁶⁶⁰. Font exception à cette règle, l’étude de Smith *et al.* (2002) qui se base sur des données originales concernant les docteurs en physique, et les articles de Sloane et Ward (1999, 2001) qui utilisent des données spécifiques sur des universitaires écossais.⁶⁶¹ Rajoutons à cette littérature, un article plus ancien de Ragland-Sullivan et Barglow (1981) qui, bien que n’analysant pas à proprement parler la satisfaction au travail, étudiait les conséquences psychologiques de la perte d’emploi chez les universitaires.⁶⁶²

⁶⁶⁰ Trois références récentes sur le sujet sont : Nerad et Cerny (1999), Golde et Dore (2001), Goldman et Massy (2001). Consulter également les résultats des *National Doctoral Program Surveys* sur internet : <http://survey.nagps.org/>.

⁶⁶¹ La NSF produit des résultats « de base » sur la satisfaction des docteurs issues des *Survey of Doctorate Recipients*.

⁶⁶² Leur méthode combinait analyses d’interviews et de lettres et observations cliniques. Leur conclusion était qu’un sentiment de « plainte et de lamentation » était présent chez les universitaires non titularisés (*untentured*).

Dans une première section relativement brève (3.1.1.), nous présentons quelques éléments théoriques et quelques travaux empiriques relatifs à la satisfaction au travail. Dans une deuxième section (3.1.2.), plus longue, une analyse détaillée de la satisfaction au travail des docteurs américains est entreprise en mobilisant les données du *Survey of Doctorate Recipients* de la NSF américaine. Elle est suivie dans la section 3.1.3 de l'étude de la satisfaction au travail pour les docteurs français à partir de l'enquête Irédu (2001).

3.1.1. La satisfaction au travail : une mesure non conventionnelle de l'état du marché du travail

Une mise en perspective du concept de satisfaction au travail est tout d'abord présentée (3.1.1.1.). On y souligne que les économistes se sont tardivement intéressés à cette notion. Nous développons ensuite brièvement l'intérêt de l'analyse de la satisfaction au travail pour les docteurs (3.1.1.2.).

3.1.1.1. Une brève mise en perspective historique : de l'intérêt tardif des économistes pour les notions de bien-être et de satisfaction au travail

La majorité des économistes ont longtemps été réticents à étudier la satisfaction au travail et plus généralement les opinions subjectives – comme nous avons pu le voir lors de l'étude des anticipations de salaires dans le chapitre 1⁶⁶³ – impliquant des jugements individuels. Ils laissaient cette boîte noire aux psychologues⁶⁶⁴, aux sociologues et aux autres spécialistes de l'étude du travail et du comportement humain⁶⁶⁵. Ce n'est que tardivement – au milieu des années 1970 – que quelques économistes précurseurs ont considéré le bien-être et la satisfaction au travail comme des variables économiques potentiellement importantes et dignes d'intérêt. Récemment, de nombreux travaux économiques ont étudié le bien-être social des individus et les différentes mesures subjectives de ce bien-être (Clark 1995, 2001, Ng 1996, Kenny 1999, Frey et Stutzer 1999, Blanchflower et Oswald 1997, 2000, Easterlin

⁶⁶³ Cf. section « 1.1.3. Hypothèse 1. Les anticipations de salaires. » (p. 24).

⁶⁶⁴ Un survey des liens entre économie et psychologie, qui dépasse de loin les thèmes que nous évoquons ici, mais qui peut néanmoins être utile à la compréhension des liens entre économie et psychologie, et qui peut plus généralement amener à repenser, et à replacer, la place de l'économie au sein des sciences sociales, peut être rouverte dans Rabin (1998).

⁶⁶⁵ Cependant, le manque d'intérêt manifeste des économistes pour ces notions a été compensé par un grand nombre de travaux des autres sciences sociales. Une recherche précise à partir de la base JSTOR – base de données qui contient les grandes revues en sciences sociales – nous a permis ainsi d'isoler un certain nombre de travaux précurseurs tels que ceux de Roy (1953), Spero (1955), Dyer (1956), Pearson *et al.* (1957), Rettig *et al.*

2001). D'autres ont plus spécifiquement étudié la satisfaction au travail. Citons, parmi quelques études récentes sur le sujet : Clark (1996, 1997, 1998), Brown et McIntosh (1998), Hammermesh (1999), Sloane et Williams (2000), Clark et al. (1998), Blanchflower et Oswald (1999), Sousa-Poza et Sousa-Poza (2000), Sloane et Ward (1999, 2001), Jürges (2001).

Même du côté de la psychologie, l'étude du bien-être et de la satisfaction n'a tenu qu'une seconde place, par rapport aux très nombreux développements touchant aux maladies mentales. Myers (2000) montre ainsi que les articles publiés en psychologie depuis 1887 sur le thème de l'anxiété sont 100 fois plus nombreux que ceux faisant référence au bien-être. Un certain renouveau de ces thèmes – ou une nouvelle mode – semble voir (également) le jour en psychologie ; Diener *et al.* (1999) référencent ainsi quelques 300 travaux sur les 3 dernières décennies – à partir d'un travail initial de Wilson (1967)⁶⁶⁶ – portant sur les thèmes du bien-être subjectif. Ces études proposent un vaste ensemble de résultats. Elles montrent ainsi, dans l'explication du bien-être individuel, l'importance de la personnalité, des buts et des aspirations individuelles, de l'expérience personnelle, mais également de l'environnement social et des comparaisons interpersonnelles. La personnalité semble ainsi être déterminante dans l'autoévaluation du bien-être sans que des types de personnalité bien précise puissent être dégagés à l'aide des grandes bases de données disponibles. Mais des différences culturelles et sociétales sont mises en évidence dans les comparaisons internationales du bien-être social (Diener *et al.* 2000, Helliwell 2002).⁶⁶⁷ Mentionnons au passage également les avancées récentes des neurosciences qui montrent que le niveau de bien-être rapporté par les individus et les niveaux de dopamine et de sérotonine sécrétés par le cerveau sont liés, et que ces niveaux semblent eux-mêmes être déterminés en partie par la génétique (Hamer 1996)⁶⁶⁸.

(1958), Form et Geschwender (1962), Bonjean *et al.* (1967) et Gruenberg (1980). Un utile survey de cette littérature, peu familière aux économistes, peut également être trouvé dans Spector (1997).

⁶⁶⁶ Une personne « heureuse » est décrite en ces termes par Wilson : « young, healthy, well-educated, well-paid, extraverted, optimistic, worry-free, religious married person with high self-esteem, job morale, modest aspirations, of either sex and a wide range of intelligence » (Wilson 1967, cité dans Helliwell 2002 p. 4).

⁶⁶⁷ Une conclusion intéressante en termes d'éducation peut ainsi être tirée de l'étude de Helliwell (2002) qui combine variables individuelles et variables sociétales pour expliquer le bien-être des individus : « One's own education has a strong positive effect on well-being, and the strong positive effect from the national average variable indicates the existence of positive spillovers to others. [However] the individual education effects are largely removed, while the national spillovers remain strongly significant [when the full set of individual determinants of well-being are included in the equations]. » (Helliwell 2002 p. 22-23).

⁶⁶⁸ Ce genre d'études est pour le moins controversé, de même que son auteur, Hamer... Cette étude de 1996 avait en fait pour but d'étudier le sentiment du bonheur chez les jumeaux à l'aide de questionnaires relatifs à leurs états d'âme. Il montrait alors que les vrais jumeaux présentent davantage des dispositions au bonheur que les faux jumeaux. La conclusion (simpliste) s'ensuit alors d'elle-même : le bonheur serait déterminé génétiquement...

Quelques paradoxes ont attiré l'attention des économistes sur ces sujets. En particulier, le revenu réel des pays de l'OCDE a fortement augmenté depuis 50 ans alors que le bien-être individuel tel que mesuré par les enquêtes statistiques sur le bien-être a stagné ou faiblement décré (Easterlin 2001, Blanchflower et Oswald 2000, Kenny 1999). Cela rejoint les propos d'Easterlin (1973, 1974) et de Duncan (1975) selon lesquels l'augmentation de la richesse réelle n'implique pas nécessairement une augmentation du bien-être social. Les études des économistes, se sont en général centrées sur l'explication du bien-être individuel et de la satisfaction au travail.

La contribution d'Easterlin (1974) pour l'étude du bien-être et celles d'Hammermesh (1977), de Freeman (1978) et de Borjas (1979) pour l'analyse de la satisfaction au travail ont été particulièrement remarquées, sans pour autant avoir des suites immédiates. Après près d'une quinzaine d'années sans avancée significative dans le domaine, un intérêt croissant des économistes s'est fait jour pour ces questions à partir du milieu des années 90. C'est semble-t-il à partir d'un symposium organisé en 1997 – dont trois contributions sont présentées dans le volume 107 de l'*Economic Journal* ; il s'agit de celles de Frank (1997), Ng (1997) et Oswald (1997), introduites par Dixon (1997) sous le titre « Controversy : Economics and Happiness »⁶⁶⁹ – que le nombre de travaux des économistes sur ces questions s'est accéléré.

La contribution des économistes peut probablement être jugée⁶⁷⁰ à l'aune des techniques (essentiellement économétriques) utilisées plus qu'aux résultats énoncés, pas particulièrement innovants, tout au moins dans l'étude propre de la compréhension du bien-être et de la satisfaction au travail, compte tenu des avancées précédemment réalisées par les autres sciences du travail et la psychologie. La technique généralement utilisée consiste en l'estimation microéconométrique d'équations de bien-être ou de satisfaction, estimations réalisées à l'aide de modèles probit ou logit ordonnés de la forme :

$$W_{it}^* = \alpha + \beta x_{it} + \varepsilon_{it}$$

W^* est une variable latente inobservée qui est reliée au niveau de bien-être/satisfaction observé et mesuré sur une échelle à la Lickert. x est un vecteur de variables exogènes aussi

⁶⁶⁹ Les colloques et les conférences semblent également se multiplier. Citons par exemple : “The paradoxes of happiness in economics”, (Milan, mars 2003), “Workforce/Workplace Mismatch? Work, Family, Health, and Well-Being” (Washington DC, juin 2003), “Income, Interactions and Subjective Well-Being” (Paris, septembre 2003), “IARIW Conference: Multidimensional Measurement of Economic Well Being” (Cork, septembre 2004).

⁶⁷⁰ Me permettra-t-on d'ajouter « comme souvent »... ?

diverses que les caractéristiques socio-économiques, démographiques et institutionnelles, (observées pour l'individu i au temps t). Un certain nombre de corrections pour biais de sélection et d'endogénéité a récemment été introduit dans les modèles. L'avantage essentiel des modèles économétriques est évidemment de traiter les mesures du bien-être comme des variables ordinales et pas comme des mesures cardinales de la satisfaction. Il n'est donc pas nécessaire, dans ce cadre, de faire l'hypothèse que la satisfaction est mesurable (cardinalement); l'hypothèse de comparaison interpersonnelle de bien-être ne l'est pas davantage. Il suffit de poser l'hypothèse qu'un niveau plus élevé de bien-être/satisfaction est représenté par un niveau de la variable de bien-être/satisfaction observée également plus élevé.

Munis de cette technologie, les économistes ont alors souvent utilisé les grandes bases de données, nationales ou internationales – telles que les *World Values Survey* (Inglehart et Klingemann 2000)⁶⁷¹ et les eurobaromètres couvrant les 15 pays membres de l'Union Européenne –, pour comparer le bien-être et de la satisfaction au travail au niveau international. Blanchflower et Oswald (1999) fournissent ainsi par exemple quelques comparaisons internationales en matière de satisfaction au travail en mettant l'accent sur le cas américain, où une baisse de la satisfaction au travail semble apparaître depuis plusieurs décennies. A l'aide de l'estimation d'équations microéconométriques de satisfaction à partir des données de l'eurobaromètre, ils montrent que la satisfaction au travail est élevée en Irlande et au Danemark alors qu'elle est bien plus faible en Hongrie mais également en Grèce, Italie, Espagne, Portugal et France, toutes choses étant égales par ailleurs.

Plus intéressante et plus robuste que les différences internationales observées en matière de satisfaction, qui recouvrent des différences culturelles mais également des difficultés dans la traduction des items proposés dans les enquêtes, est la compréhension des déterminants du bien-être et de la satisfaction au travail, quelques résultats assez forts sont apparus quant à la satisfaction au travail. Citons-en deux qui vont plus particulièrement nous intéresser par la suite.

⁶⁷¹ Ronald Inglehart de l'Institute for Social Research de l'Université du Michigan coordonne et distribue les données. Les WVS ont été initiés par un groupe de spécialistes des sciences sociales à partir des European Values Surveys, réalisés pour la première fois en 1981. Les WVS couvrent plus de 65 pays, chacun étant représenté par un échantillon d'au minimum 1000 personnes, en quatre vagues (1981, 1990-91, 1995-96 et 1999-2001). Ces différents projets ont donné lieu à plus de 300 publications en 16 langues. On peut trouver des informations supplémentaires et les dernières publications sur : <http://www.worldvaluessurvey.org/>.

Le premier est que les femmes se déclarent plus satisfaites avec leur travail que les hommes (Bartel 1981 ; Clark 1995, 1997 ; Groot et Brink 1998 ; Sloane et Williams 2000). Ce résultat, surprenant en apparence, compte tenu de la position défavorisée des femmes en termes de salaires, de sécurité de l'emploi, de promotion, des perspectives de carrières ou plus généralement de conditions de travail, a été expliqué, en vain, par la nature différente des emplois masculins et féminins, par des caractéristiques individuelles différentes, par des différences sexuées dans les aspirations, les valeurs ou les attentes individuelles, ou bien encore par des problèmes spécifiques de sélection. Sousa-Poza et Sousa-Poza (2000a, 2000b) montrent néanmoins, à l'aide de comparaisons internationales⁶⁷², que les différences de satisfaction au travail entre sexes ne seraient pas un cas de figure général mais peuvent, dans la majorité des cas, être expliquées par les différences de temps de travail et de salaires entre genres. Une fois contrôlé pour ces facteurs, le « paradoxe » ne persiste alors que dans trois pays (Grande-Bretagne, Etats-Unis et Suisse). Ward et Sloane (1999) dans leur étude sur les universitaires écossais, ne trouve pas non plus de différences significatives de satisfaction au travail entre sexes.

Le deuxième résultat qui apparaît dans de nombreuses études est que l'éducation semble diminuer la satisfaction au travail des individus.⁶⁷³ Ce rôle de l'éducation rejoint les facteurs sociaux et culturels déjà longuement étudiés par les psychologues. L'étude d'un niveau d'éducation – en l'occurrence le doctorat pour nous – permet ainsi d'éliminer un problème supplémentaire qui risque de complexifier encore un peu plus l'analyse.

Au-delà de l'intérêt propre de la compréhension des déterminants de la satisfaction au travail ou du bien-être, de nombreuses études ont tenté d'utiliser l'information contenue dans ce type de variables pour prévoir le comportement des individus, à la suite de Freeman (1978) :

“Subjective variables like job satisfaction [...] contains useful information for predicting and understanding behaviour” (Freeman 1978 p. 8).

La satisfaction au travail s'est ainsi montrée utile comme variable synthétique permettant d'expliquer l'absentéisme, la productivité, le turn-over ou tout un ensemble d'éléments affectant la population active (Hammermesh 1977, Freeman 1978, Akerlof *et al.*

⁶⁷² Ils utilisent la base de données de l'*International Social Survey Program* (ISSP) sur 21 pays.

1988, Tsang *et al.* 1991, Clark et Oswald 1996, Lévy-Garboua *et al.* 1998, Clark *et al.* 1998, Clark 1999).

3.1.1.2. Pourquoi étudier la satisfaction au travail des docteurs ?

Pour ce qui nous concerne, nous envisageons la satisfaction au travail rapportée par les docteurs comme une mesure globale de la perception qu'ils ont de leur travail, perception qui est à mettre en relation avec les attentes qu'ils ont avec un diplôme doctoral, en notant bien qu'attentes et perceptions sont construites par des processus sociaux et économiques complexes qu'il conviendra de mettre à jour.

Les constructions psychologiques et les actions des individus sont intimement liées. La théorie psychosociologique construite à partir des travaux de Festinger (1957), considère ainsi que l'individu a besoin de cohérence rationnelle. Quand convictions et comportements entrent en conflit, apparaît de la dissonance que l'individu va tenter de réduire car elle est source d'inconfort psychologique. La mesure de cet inconfort au travail, ou de façon complémentaire, de la satisfaction au travail, peut alors en partie être expliquée par cet écart entre attentes et perceptions. Mais ces perceptions se combinent à d'autres éléments impliquant directement les conditions concrètes de réalisation du travail, La satisfaction au travail n'est donc pas simplement une mesure individuelle du résultat de l'éducation mais mêle les mécanismes d'insertion, les conditions et l'environnement de travail, les perceptions et les attentes individuelles.

Un courant de la littérature (Allen et Van der Velden 2001) montre que l'inadaptation des compétences a un effet fortement négatif sur la satisfaction au travail des individus.⁶⁷⁴ Les désajustements du marché du travail sont alors susceptibles d'avoir des effets sur l'adéquation des emplois et donc sur la satisfaction au travail. En acceptant l'idée développée au chapitre 1 que le marché du travail des docteurs français a probablement été en déséquilibre durant une bonne partie des années 90, il est très probable que ces désajustements se soient traduits par une mauvaise adaptation des emplois aux compétences des docteurs. Ces désajustements ont alors eu des effets potentiellement importants sur la satisfaction dans l'emploi les docteurs.

⁶⁷³ Clark et Oswald (1996) montre ainsi que le niveau de satisfaction décroît fortement avec le niveau d'éducation. Il en est de même de Clark (1995, 1997) et Sloane and Williams (1996).

⁶⁷⁴ Les effets de l'inadéquation des emplois, des compétences et des niveaux d'éducation se font sentir, selon les théories standards du marché du travail, sur les salaires, la productivité et plus généralement des problèmes de fonctionnement des processus de production. Nous n'avons pas la place ici pour développer cette littérature.

Mais d'autres éléments plus concrets sont également à prendre en compte dans l'analyse de la satisfaction. Le contenu et les modalités du travail – les activités de R&D des docteurs par exemple – et les conditions d'emploi sont des caractéristiques à ne pas négliger dans l'analyse. Il ne s'agit en effet pas seulement d'étudier l'impact de la rémunération sur la satisfaction au travail, mais d'intégrer un ensemble d'éléments non pécuniaires dans les équations de satisfaction. On peut en effet penser, mais il conviendra de le vérifier, que ces éléments non pécuniaires jouent un rôle important sur le niveau de satisfaction pour une population telle que les docteurs. Il est en effet probable que les docteurs, out tout au moins les chercheurs, font, davantage que d'autres individus à niveau d'éducation inférieur, un arbitrage entre salaire et éléments non pécuniaires lors de l'acceptation d'un emploi, ou pour reprendre les termes de Stern (1999), un arbitrage entre salaire et science. Il est alors probable que ces éléments non pécuniaires aient un impact important sur la satisfaction au travail, alors qu'on s'attend à ce que le niveau de rémunération ait un impact limité.

Ce sont donc bien des variables issues aussi bien de l'économie du travail que de l'économie de l'innovation qui vont être testées comme déterminants de la satisfaction au travail.

3.1.2. La satisfaction au travail des docteurs aux Etats-Unis à l'aide de données individuelles de la NSF

Nous présentons dans une première section (3.1.2.1.) les données utilisées et quelques caractéristiques descriptives de la satisfaction au travail des docteurs aux USA. Dans une seconde section (3.1.2.2.), les techniques d'estimation qui permettent de traiter la nature spécifique de la variable – discrète et ordinale – sont exposées. Enfin, dans une troisième section (3.1.2.3.), nous fournissons les résultats des estimations obtenues.

3.1.2.1. Une brève présentation des données utilisées et de quelques caractéristiques de la satisfaction au travail des docteurs travaillant aux Etats-Unis

Le *Survey of Doctorate Recipients*, enquête de la National Science Foundation américaine que nous avons déjà eu l'occasion d'utiliser dans le chapitre premier, a pour but de fournir des informations complètes sur les individus de moins de 75 ans titulaires d'un diplôme de doctorat en science et sciences sociales⁶⁷⁵. Nous utilisons ici le SDR de 1997 qui

⁶⁷⁵ Cf. chapitre 1, encadré page 65 pour une présentation détaillée de cette enquête.

contenait des informations sur la satisfaction au travail. Nous avons sélectionné un échantillon de 29114 individus en emploi⁶⁷⁶, 21358 individus de sexe masculin et 7756 de sexe féminin, parmi un échantillon total de 35189 individus.

La satisfaction au travail est décrite par une variable polytomique caractérisant le sentiment des individus par rapport à leur emploi. La question exacte demandée aux docteurs était la suivante : “How would you rate your overall satisfaction with the job you held during the week of April 15, 1997 ?”. Quatre réponses étaient possibles : “very satisfied, somewhat satisfied, somewhat dissatisfied and very dissatisfied”. La catégorisation des réponses des individus à cette question dans l'échantillon que nous avons sélectionné est fournie dans le tableau ci-après.

Tableau 138. Satisfaction au travail des docteurs travaillant aux USA par secteur d'emploi et par sexe (%).

	Ensemble			Académique		Gouvernement		Privé	
	Homme	Femme	Total	Homme	Femme	Homme	Femme	Homme	Femme
Très satisfait	52.1	48.2	51.0	55.2	46.9	47.0	45.8	49.9	51.7
Plutôt satisfait	37.7	38.8	38.1	35.5	39.5	40.5	39.0	39.7	37.5
Plutôt insatisfait	7.8	9.3	8.1	7.2	9.8	9.5	10.7	7.8	7.9
Très insatisfait	2.4	3.7	2.7	2.1	3.8	2.9	4.5	2.6	2.9

Source: SDR 1997, NSF. Notre échantillon.

Comme nous l'avons déjà signalé dans la section précédente, de nombreuses études qui ont étudié l'impact du genre sur la satisfaction au travail montrent que les femmes sont en général plus satisfaites que les hommes avec leur emploi. Nous observons le résultat inverse ici puisque les femmes semblent moins satisfaites que les hommes au travail, à l'exception peut-être des femmes travaillant dans le secteur privé. Il semble notamment exister un écart important dans le secteur académique – de plus de 8 points de pourcentage à l'avantage des hommes si on considère la modalité « très satisfait ». Si on compare la satisfaction entre le secteur académique et le secteur privé par sexe, en considérant toujours la modalité « très satisfait », on trouve que les hommes travaillant dans le secteur académique ont une satisfaction bien plus élevée que ceux travaillant dans le secteur privé (écart de 5,6 points). En revanche, l'inverse est vrai pour les femmes : les femmes qui travaillent dans le secteur

⁶⁷⁶ Et travaillant à temps plein. Nous avons en effet fait ce choix après avoir tenté d'inclure les individus travaillant à temps partiel mais cela posait des problèmes d'estimation notamment avec la variable de durée du travail. Seuls 6,7% des individus possèdent un travail à temps partiel dans le SDR 1997.

académique se déclarent très nettement moins satisfaites avec leur travail que les femmes travaillant dans le secteur privé (écart de -4,8 points).⁶⁷⁷

L'âge semble également exercer un effet sur la satisfaction, tant pour les hommes que pour les femmes, puisque le profil de satisfaction est croissant avec l'âge (Tableau 139).

Tableau 139. Satisfaction au travail des docteurs travaillant aux USA selon la date de naissance et le sexe (%).

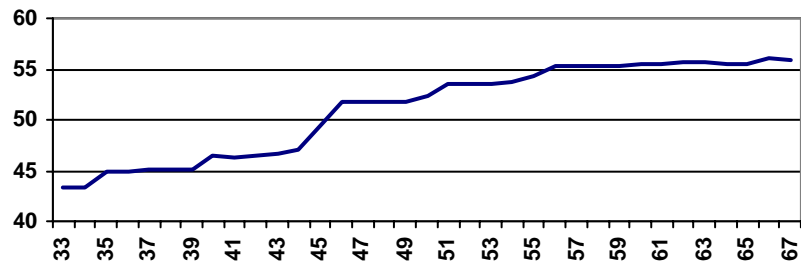
	<1935	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	>1959
Hommes							
Très satisfait	68.54	58.94	54.90	53.42	49.54	47.97	47.54
Plutôt satisfait	25.76	32.77	36.05	36.18	39.40	40.78	41.66
Plutôt insatisfait	4.75	6.02	6.82	8.04	8.20	8.74	8.21
Très insatisfait	0.95	2.28	2.22	2.36	2.87	2.52	2.59
Femmes							
Très satisfait	56.72	58.82	50.25	49.64	48.46	48.05	44.51
Plutôt satisfait	32.34	30.81	39.10	37.47	39.26	38.82	40.90
Plutôt insatisfait	7.96	7.00	8.15	9.16	8.78	8.87	10.82
Très insatisfait	2.99	3.36	2.51	3.73	3.51	4.26	3.78

Source: SDR 1997, NSF. Echantillon sélectionné.

D'autres variables, telles que la durée du travail, sont susceptibles d'affecter la satisfaction au travail. On constate sur la Figure 50 que la proportion de docteurs très satisfaits avec leur emploi semble s'accroître à mesure que le nombre d'heures travaillées par semaine augmente. Il ne semble pas véritablement exister d'effet quadratique même si une certaine stabilisation de la proportion en question à partir de 60 heures de travail hebdomadaire est perceptible. De même, le pourcentage d'individus plutôt insatisfaits ou très insatisfaits avec leur travail, présenté dans la Figure 51, décroît avec la durée du travail jusqu'à un seuil estimé à 60 heures par semaine environ où il a très légèrement tendance à remonter.

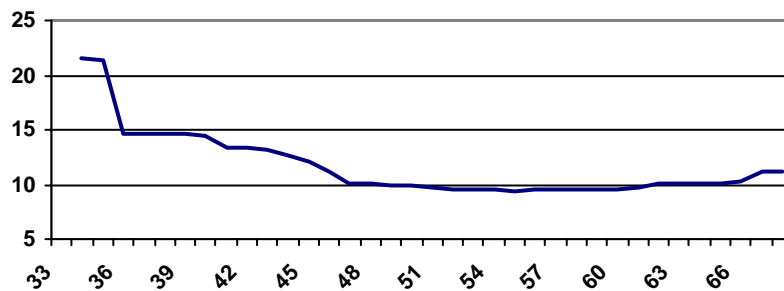
⁶⁷⁷ Cela reste à confirmer avec des estimations plus précises mais cela est en accord avec la conclusion de l'étude *Ph.D.s-Ten Years Later*: "[...] job satisfaction for women who decided on careers outside academia was significantly higher than their female counterparts in either tenure-track or non tenure-track positions." (présentation de Nerad in CPST 2002, p. 24).

Figure 50. Proportion d'individus très satisfaits avec leur travail selon leur durée hebdomadaire de travail.



Source : SED 1997, NSF. Échantillon sélectionné. Proportions calculées à l'aide d'une moyenne mobile d'ordre 10.

Figure 51. Proportion de docteurs insatisfaits ou très insatisfaits avec leur travail selon leur durée hebdomadaire du travail.



Source : SED 1997, NSF. Échantillon sélectionné. Proportions calculées à l'aide d'une moyenne mobile d'ordre 10.

3.1.2.2. Les techniques d'estimations utilisées

On notera respectivement les quatre modalités traduisant la satisfaction au travail (“very satisfied”...”very dissatisfied”) par $y_i = 0$, $y_i = 1$, $y_i = 2$ et $y_i = 3$ pour un individu i . La variable de satisfaction est donc discrète et ordinale. Nous allons donc estimer le modèle suivant :

$$y_i^* = -\beta' \mathbf{x}_i + \varepsilon_i, \quad \varepsilon_i \sim N(0,1)$$

où y_i^* est la variable indépendante inobservable, \mathbf{x}_i le vecteur des variables explicatives, β le vecteur des paramètres à estimer et ε_i le terme d'erreur.

La variable de satisfaction, observée, y_i est liée à la variable latente y_i^* comme suit :

$$y_i = \begin{cases} 0 & \text{si } y_i^* \leq 0 \\ 1 & \text{si } 0 < y_i^* \leq \mu_1 \\ 2 & \text{si } \mu_1 < y_i^* \leq \mu_2 \\ 3 & \text{si } \mu_2 < y_i^* \end{cases}$$

où μ_1 et μ_2 sont deux paramètres de seuil à estimer.

Comme ε_i est normalement identiquement indépendamment distribuée, on a :

$$\Pr(y_i = 0) = \Phi(\boldsymbol{\beta}' \mathbf{x}_i)$$

$$\Pr(y_i = 1) = \Phi(\mu_1 + \boldsymbol{\beta}' \mathbf{x}_i) - \Phi(\boldsymbol{\beta}' \mathbf{x}_i)$$

$$\Pr(y_i = 2) = \Phi(\mu_2 + \boldsymbol{\beta}' \mathbf{x}_i) - \Phi(\mu_1 + \boldsymbol{\beta}' \mathbf{x}_i)$$

$$\Pr(y_i = 3) = 1 - \Phi(\mu_2 + \boldsymbol{\beta}' \mathbf{x}_i)$$

où $\Phi(\cdot)$ est la fonction de distribution normale.

Un problème de sélection peut se produire avec l'estimation du modèle précédent. En effet, la satisfaction n'est observée que pour les individus en emploi au moment de l'enquête. Des caractéristiques inobservables différentes entre ces docteurs et les docteurs au chômage peuvent biaiser les résultats de ces estimations. Pour traiter ce problème de sélection nous avons procédé à l'estimation du modèle suivant :

$$s_i^* = \boldsymbol{\delta}' \mathbf{z}_i + v_i, \quad v_i \sim N(0,1)$$

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

$s_i = 1$ si l'individu est en emploi, $s_i = 0$ sinon.

y_i satisfait toujours à la spécification probit ordonnée présentée ci-dessus mais, ici, (y_i, \mathbf{x}_i) est seulement observé quand $s_i = 1$. Les termes d'erreur suivent une distribution normale bivariée d'expression :

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_i \\ v_i \end{bmatrix} \sim N \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & \rho \\ \rho & 1 \end{bmatrix} \right)$$

L'estimation de β , δ , μ_1 , μ_2 et ρ par le maximum de vraisemblance à information complète a été effectuée. L'algorithme d'estimation convergeait sans trop de difficultés. Le paramètre ρ ne s'est jamais trouvé être significatif. Ceci s'explique sans doute par le manque de variables satisfaisantes pour expliquer le statut sur le marché du travail. δ ne contenait en effet que le sexe, la discipline du doctorat, la date d'obtention du doctorat et quelques autres variables sociodémographiques. Une autre explication à la non significativité du terme de corrélation des erreurs est tout simplement peut-être qu'il n'y a pas de problème de sélection sur la population des docteurs. En effet, seuls 1,3% des individus de l'échantillon étaient au chômage. Les modèles présentés ici sont donc des modèles ne tenant pas compte de ce phénomène de sélection.

Pour ce type de modèles, il est particulièrement utile de calculer les effets marginaux puisque seuls les signes des coefficients relatifs à $\Pr(y_i = 0)$ et $\Pr(y_i = 3)$ sont sans ambiguïté.⁶⁷⁸

Pour les variables continues, les effets marginaux ont été calculés à la valeur moyenne observée dans l'échantillon comme suit :

$$\frac{\partial \Pr(y = 0)}{\partial \mathbf{x}} = \phi(\hat{\beta}'\bar{\mathbf{x}})\hat{\beta}$$

$$\frac{\partial \Pr(y = 1)}{\partial \mathbf{x}} = [\phi(\hat{\mu}_1 + \hat{\beta}'\bar{\mathbf{x}}) - \phi(\hat{\beta}'\bar{\mathbf{x}})]\hat{\beta}$$

$$\frac{\partial \Pr(y = 2)}{\partial \mathbf{x}} = [\phi(\hat{\mu}_2 + \hat{\beta}'\bar{\mathbf{x}}) - \phi(\hat{\mu}_1 + \hat{\beta}'\bar{\mathbf{x}})]\hat{\beta}$$

$$\frac{\partial \Pr(y = 3)}{\partial \mathbf{x}} = -\phi(\hat{\mu}_2 + \hat{\beta}'\bar{\mathbf{x}})\hat{\beta}$$

où $\phi(\cdot)$ est la fonction de densité de la loi normale.

Pour une variable dichotomique d , l'effet marginal pour la modalité j est la différence entre deux probabilités (quand la variable prend la valeur un et quand elle prend la valeur zéro), les autres variables étant maintenues à leurs valeurs moyennes, soit :

⁶⁷⁸ Greene (1999) recommande d'être particulièrement prudent avec ces modèles dont l'interprétation peut être biaisée faute du calcul des effets marginaux.

$$\Pr(y = j|\bar{x}, d = 1) - \Pr(y = j|\bar{x}, d = 0) \text{ pour } j = 0,1,2,3$$

Quatre types de variables explicatives – qui sont détaillées dans le Tableau 140 (p. 472)⁶⁷⁹ – ont été pris en compte dans les modèles :

- La durée moyenne hebdomadaire du travail déclarée par les individus. Les docteurs à temps partiel ont été exclus⁶⁸⁰ de l'échantillon sélectionné. Cependant, quand ils étaient pris en compte dans l'échantillon, ils avaient un niveau de satisfaction clairement plus faible que les docteurs travaillant à temps plein.
- Des variables sociodémographiques telles que l'âge, le sexe, l'origine ethnique et le statut familial.
- Des variables relatives à l'emploi telles que le secteur d'emploi, le nombre d'employés dans la structure d'emploi, l'activité principale déclarée, la nature du contrat de travail (traduisant notamment la sécurité de l'emploi) et la région d'emploi. Nous avons également testé une codification des emplois en 17 catégories pour remplacer le couple secteur d'emploi-activité principale. Il semble néanmoins que cette catégorisation soit moins satisfaisante que la première. Différentes combinaisons de variables pour caractériser la localisation géographique de l'emploi et le champ disciplinaire du doctorat ont également été testées.
- Des variables relatives au salaire absolu – introduit en niveau dans l'équation de salaire – et relatif – calculé à partir du résidu de l'estimation d'une équation de salaire. Le salaire relatif traduit le phénomène de comparaison interindividuelle de salaire qui est susceptible d'influencer la satisfaction au travail exprimée par les individus.

En effet, pour tenir compte d'un phénomène d'anticipation de salaire, nous avons estimé une équation de salaire et intégré le résidu dans le modèle ordonné précédent. L'hypothèse sous-jacente à cette procédure est que tout individu a tendance à comparer son salaire à celui

⁶⁷⁹ Nous nous sommes permis de laisser le nom des différentes variables en anglais dans ce tableau comme dans les tableaux suivants. Il nous semble en effet que le résultat n'en est que plus clair, compte tenu des spécificités du contexte étudié (les USA).

⁶⁸⁰ Les modèles qui incluaient les individus à temps partiel étaient légèrement moins satisfaisants. Il est en effet clair que les docteurs à temps partiel ont une satisfaction au travail moindre, mais ils sont probablement surtout des déterminants de la satisfaction qui sont différents.

d'un groupe de référence. Ce groupe de référence est ici constitué des individus qui ont des caractéristiques semblables à lui-même.⁶⁸¹ Chacun a en effet une opinion sur son salaire, sur sa « vraie » valeur et sur le fait d'être plus ou moins bien payé. Cela risque d'affecter, par la jalousie ou l'envie que cela induit, le degré de satisfaction au travail déclaré par les individus. Les valeurs prévues par l'équation de salaire représentent ce à quoi un individu peut prétendre « en moyenne » compte tenu de ses caractéristiques individuelles de base (sexe, diplôme, âge, type d'emploi). Dès lors, le résidu de l'équation, différence entre salaire actuel et salaire prévu, mesure un phénomène de comparaison de salaire. Ce résidu est alors intégré comme variable explicative dans l'équation de satisfaction. Avec une équation de salaire de la forme :

$$\ln w_i = \alpha' \mathbf{v}_i + \eta_i, \quad \eta_i \sim N(0, \sigma^2)$$

où w_i est le salaire observé, \mathbf{v}_i le vecteur des variables explicatives, α le vecteur des paramètres à estimer et η_i le terme d'erreur, le résidu s'écrit :

$$w_i - \hat{w}_i = w_i - \exp(\mathbf{v}_i' \hat{\alpha})$$

On s'attend à ce que le coefficient de cette variable dans l'équation de satisfaction ait un signe positif. Plus le salaire actuel est élevé par rapport au salaire anticipé (de référence), plus la satisfaction exprimée doit être élevée.

Il peut également exister un problème de sélection au niveau du salaire identique à celui que nous observons sur la variable de satisfaction. Nous avons également tenté de le traiter par une estimation simultanée par le maximum de vraisemblance de l'équation de salaire et d'une équation de sélection. Mais, les variations des coefficients estimés de l'équation de salaire étaient faibles et les variations des effets marginaux de l'équation de satisfaction étaient imperceptibles. Nous présentons donc ici les résultats sans traitement du problème de sélection.⁶⁸²

Par ailleurs, un problème de colinéarité entre le vecteur des salaires en niveau et le vecteur des salaires relatifs estimés à partir du résidu de l'équation peut poser des problèmes

⁶⁸¹ D'autres groupes peuvent servir de référence (famille, amis...), mais, faute de pouvoir obtenir des informations à leur sujet, nous devons nous rabattre sur cette procédure d'estimation. De même, il serait préférable de pouvoir observer les salaires d'individus ayant des caractéristiques similaires à partir d'une autre base de données. Hélas une nouvelle fois, cela s'avère une nouvelle fois impossible.

d'estimation de l'équation de satisfaction et peut biaiser les coefficients estimés relatifs à ces deux variables. En particulier, la prise en compte simultanée de ces deux variables risque de rendre l'une d'elle non significative. Même si on a tenté de limiter ce problème de colinéarité par l'estimation d'une équation de salaire en log, et donc par l'introduction d'une forme exponentielle dans le calcul du résidu, ce problème peut persister. Nous avons donc choisi également d'introduire dans l'équation de satisfaction des variables indicatrices traduisant le fait d'être plus ou moins bien payé, en lieu et place du résidu de l'équation de salaire. Ces variables sont de la forme :

$$r_{ij} = I(a_j < w_i - \hat{w}_i < b_j)$$

où a_j et b_j sont des seuils arbitraires à fixer. Nous avons par exemple créé cinq variables indicatrices de la forme⁶⁸³ :

$$r_{1i} = \begin{cases} 1 & \text{si } w_i - \hat{w}_i > 60000 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

$$r_{2i} = \begin{cases} 1 & \text{si } 30000 < w_i - \hat{w}_i \leq 60000 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

$$r_{3i} = \begin{cases} 1 & \text{si } 10000 < w_i - \hat{w}_i \leq 30000 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

$$r_{4i} = \begin{cases} 1 & \text{si } -10000 < w_i - \hat{w}_i \leq 10000 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

$$r_{5i} = \begin{cases} 1 & \text{si } w_i - \hat{w}_i \leq -10000 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases} \quad (\text{la référence})$$

Ces variables représentent une échelle d'écart par rapport au salaire relatif (le fait d'être très bien payé, bien payé... mal payé). Les signes et la hiérarchie des coefficients étaient alors en général respectés.

⁶⁸² Dans les estimations sur données françaises de la section « 3.1.3.2. Résultats des estimations I : ensemble de l'échantillon des docteurs, chercheurs et non chercheurs » (p. 500) nous donnerons davantage de précisions à ce sujet.

⁶⁸³ De nombreuses combinaisons différentes de variables indicatrices ont été testées. Les variables finales données ici sont néanmoins particulièrement satisfaisantes.

Tableau 140. SDR 1997 : les variables utilisées et leurs valeurs moyennes.

Variable	Moyenne	Variable	Moyenne
Female	0.266	Work arrangements	
Number of children	0.931	Employer contracted out	0.036
Race/ethnicity: Asian	0.156	Some other alternative work	0.014
Race/ethnicity: minorities	0.103	Working from home	0.029
Non US citizen	0.091	Working short-term basis	0.016
Number of hours worked pw	48.96	Self-employed	0.043
Laid off on the two last years	0.037	Job sharing	0.002
Annual salary	66969	Working through temp agenc	0.003
Comparative pay: residual	4658	Region of employment	
Employer main business		New England	0.078
Agriculture, Forestry	0.014	Middle Atlantic	0.159
Biotechnology	0.028	East North Central	0.137
Construction or Mining	0.005	West North Central	0.064
Education	0.438	South Atlantic	0.186
Finance, insurance	0.009	East South Central	0.044
Health Services	0.097	West South Central	0.081
Information technology	0.046	Mountain	0.067
All other services	0.029	Pacific	0.184
Manufacturing	0.077	Field of doctorate	
Public administration, gov.	0.035	Biological sciences	0.268
Research	0.170	Other Life and Related Sc.	0.091
Transportation Services	0.012	Chemistry, except Biochemis	0.086
Wholesale or retail trade	0.005	Physics and astronomy	0.066
Number of employees		Other physical sciences	0.032
Under 10 employees	0.064	Economics	0.030
10-24 employees	0.023	Psychology	0.106
25-99 employees	0.038	Sociology	0.038
100-499 employees	0.094	Other Social Sciences	0.039
500-999 employees	0.044	Chemical Engineering	0.025
1000-4999 employees	0.113	Civil Engineering	0.016
Main activity		Electrical, Electronics	0.044
Accounting, finance	0.010	Mechanical Engineering	0.023
Applied research	0.207	Other Engineering	0.070
Basic research	0.162	Date of Ph.D. award	
Computer	0.049	1995-96	0.140
Development	0.057	1990-94	0.200
Design	0.023	1985-89	0.175
Employee relations, recruit.	0.009	1980-84	0.135
Management	0.112	1975-79	0.124
Production	0.004	1970-74	0.121
Services	0.090	1965-69	0.066
Marketing, purchasing	0.016	1960-64	0.025
Quality or prod. manag.	0.009	prior to 1960	0.014
Teaching	0.212		

Source : SDR 1997, NSF. Echantillon sélectionné.

3.1.2.3. Résultats des estimations : les déterminants de la satisfaction au travail

Nous allons procéder en trois phases. Nous présentons tout d'abord (A) les résultats des estimations des équations de satisfaction pour l'ensemble des docteurs, tous secteurs confondus. Nous examinons les grands déterminants explicatifs de la satisfaction (rémunérations, durée du travail, secteurs d'emploi, activités principales, autre variables socio-économiques). Puis, nous étudions deux populations particulières – les docteurs qui travaillent dans l'enseignement supérieur (B) et ceux qui travaillent dans le secteur privé (C) – en tentant de déterminer les facteurs explicatifs de la satisfaction au travail spécifiques à ces deux groupes.

A. L'ensemble des docteurs, tous secteurs confondus

Avant d'examiner les résultats des estimations des équations de satisfaction – en trois points successifs : b) La durée du travail et la rémunération, c) Différentes variables socio-économiques, d) Le secteur d'emploi et l'activité principale –, commentons brièvement les résultats des estimations des équations de salaires (a).

a) Les salaires des docteurs aux USA, quelques grands déterminants : les chercheurs sont-ils faiblement rémunérés ?

Rappelons notre but. Il s'agit d'estimer une équation de salaires permettant de calculer dans un second temps les effets du salaire relatif sur la satisfaction au travail, soit par l'inclusion directe du résidu de l'équation de salaire dans l'équation, soit par celle de variables indicatrices caractérisant le fait d'être plus ou moins bien payé. Nous proposons donc ici l'estimation d'équations de salaire dont le nombre de variables explicatives est relativement limité, l'essentiel étant d'estimer « grossièrement » le salaire moyen potentiel d'un individu présentant certaines caractéristiques emblématiques.⁶⁸⁴ Nous avons testé différentes combinaisons de variables sans que les estimations des équations de satisfaction (notre deuxième étape) n'en soient sensiblement modifiées. Nous présentons ici (Tableau 141, p. 475) une équation de salaires qui tient compte du sexe, de l'origine ethnique, de la citoyenneté (américaine ou non), de l'âge (à l'aide de variables indicatrices), de la région d'emploi, du secteur et du nombre d'employés de la structure de travail, de l'activité principale déclarée par le docteur et de la discipline du doctorat. Cette équation de salaire n'est pas parfaite.⁶⁸⁵ Cependant, elle semble malgré tout être suffisante pour l'objectif que nous visons. Avec

⁶⁸⁴ C'est également pourquoi l'inconvénient d'utiliser de nombreuses variables dichotomiques en lieu et place de variables continues est limité ici.

l'ensemble de ces variables, on parvient à expliquer environ 30% de la variance des salaires. On retrouve les déterminants « classiques » du salaire. Présentons rapidement quelques-unes de ces effets (qui s'analysent, comme d'habitude, toutes choses égales par ailleurs).

L'âge joue sans surprise un rôle important dans l'explication du salaire, le salaire augmentant progressivement avec l'âge⁶⁸⁶. Le secteur d'emploi également. On voit par exemple que les docteurs qui possèdent un emploi dans le secteur des technologies de l'information et de la communication, des biotechnologie et de la finance gagnent le plus (avec respectivement des effets marginaux de 0,108, 0,148 et 0,157). L'activité principale déclarée par les docteurs est également un facteur explicatif important. Notons ainsi que les docteurs dont l'activité principale est la recherche fondamentale ont un salaire inférieur de 4,7% à la référence constituée de la catégorie « autre activité principale ». En revanche, les docteurs dont l'activité principale est la recherche appliquée gagnent 8% de plus et ceux dont c'est le développement près 13% de plus. On voit que la discipline du doctorat semble également être un déterminant important de la rémunération. De ce point de vue, les docteurs des sciences de la vie ne sont pas bien lotis⁶⁸⁷ (effets marginaux tournant autour de -14%), tout comme les docteurs de certaines disciplines des sciences sociales (psychologie : -17% ; sociologie : -21%). A l'opposé, les docteurs en économie et en sciences pour l'ingénieur s'en tirent beaucoup mieux.⁶⁸⁸

⁶⁸⁵ Il existe notamment une certaine colinéarité entre les variables explicatives. Mais cette colinéarité pose assez peu de problèmes compte tenu du nombre élevé d'observations.

⁶⁸⁶ Pour des raisons de confidentialité, certaines variables continues sont en effet présentées en catégories.

⁶⁸⁷ Cette conclusion rejoint celle que nous faisons précédemment (cf. section « 2.2. Les rémunérations des post-doctorants », p. 444) à propos des rémunérations des post-doctorants en sciences de la vie.

⁶⁸⁸ Nous laissons le soin au lecteur de découvrir de façon détaillée les autres résultats.

Tableau 141. Équation de salaires estimée, ensemble des docteurs travaillant aux États-Unis.

Variable	Coefficient (erreur-type)	Variable	Coefficient (erreur-type)
Constant	11.366*** (0.025)	Main activity	
Female	-0.134*** (0.006)	Accounting, finance	0.070** (0.028)
Race/ethnicity: Asian	-0.032*** (0.008)	Applied research	0.080*** (0.014)
Other under-rep. minorities	-0.046*** (0.008)	Basic research	-0.047*** (0.015)
Non-US citizen	-0.089*** (0.010)	Computer	0.014 (0.018)
Date of birth		Development	0.132*** (0.017)
1960-...	-0.420*** (0.013)	Design	0.028 (0.021)
1955-59	-0.203*** (0.013)	Employee relations, recruiting	0.183*** (0.029)
1950-54	-0.086*** (0.013)	Management	0.228*** (0.015)
1945-49	-0.013 (0.013)	Production	-0.342*** (0.039)
1940-44	0.003 (0.013)	Services	0.115*** (0.016)
1935-39	0.032** (0.015)	Marketing, purchasing	0.044* (0.024)
Region of employment		Quality or productivity manag.	0.054* (0.029)
Middle Atlantic	-0.025** (0.010)	Teaching	-0.083*** (0.015)
East North Central	-0.043*** (0.010)	Number of employees	
West North Central	-0.072*** (0.012)	Under 10 employees	-0.181*** (0.012)
South Atlantic	-0.051*** (0.011)	10-24 employees	-0.072*** (0.017)
East South Central	-0.117*** (0.016)	25-99 employees	-0.041*** (0.013)
West South Central	-0.099*** (0.012)	100-499 employees	-0.051*** (0.009)
Mountain	-0.116*** (0.013)	500-999 employees	0.004 (0.012)
Pacific	-0.019* (0.010)	1000-4999 employees	0.016** (0.008)
Main business for employer		Field of Ph.D.	
Agriculture, Forestry, or Fishing	-0.109*** (0.026)	Ph.D. in biological sciences	-0.132*** (0.011)
Biotechnology	0.148*** (0.020)	Other Life & Related Sciences	-0.148*** (0.013)
Construction or Mining	0.020 (0.039)	Chemistry, except Biochemistry	-0.070*** (0.013)
Education	-0.140*** (0.015)	Physics and astronomy	-0.035** (0.014)
Finance, insurance of real estate	0.157*** (0.029)	Other physical sciences	-0.120*** (0.017)
Health Services	0.012 (0.017)	Economics	0.048*** (0.018)
Information technology	0.108*** (0.018)	Psychology	-0.167*** (0.013)
All other services (e.g.. social...)	0.031 (0.020)	Sociology	-0.209*** (0.016)
Manufacturing	0.069*** (0.016)	Other Social Sciences	-0.150*** (0.016)
Public administration, gov.	-0.088*** (0.019)	Chemical Engineering	0.071*** (0.019)
Research	-0.022 (0.015)	Civil Engineering	0.020 (0.022)
Transportation Services...	0.051** (0.026)	Electrical, Electronics eng.	0.141*** (0.016)
Wholesale or retail trade	-0.255*** (0.038)	Mechanical Engineering	0.030 (0.019)
		Other Engineering	0.032** (0.014)
		R2	0.297
		Nombre d'observations	29114

Source: SDR 1997. Estimation ML d'une équation de salaire (cf. texte pour plus de précisions). Références : i) pour la catégorie « main business for employer », il s'agit de « other sectors » ; ii) Pour la catégorie « work activity », c'est « other main activity » ; iii) Pour la discipline du doctorat, il s'agit de « computer sciences » ; iv) Pour la région d'emploi, c'est « New England ». * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

Les résultats de l'estimation de 6 modèles différents de satisfaction au travail sont présentés dans le Tableau 142 (p. 482). Les modèles 1 à 3 ne prennent pas en compte la variable de salaire relatif contrairement aux modèles 4 à 6. Les coefficients estimés y sont présentés.⁶⁸⁹ A titre d'illustration, les effets marginaux, calculés à partir du modèle 6, pour les quatre degrés de satisfaction exprimée (« very satisfied »... « very dissatisfied ») sont

⁶⁸⁹ Par soucis d'économie de place, seules les variables à coefficient significatif ont été gardées dans le tableau, en sachant que les estimations réalisées l'ont été avec l'ensemble des modalités.

présentés dans le Tableau 143 (p. 484). Des estimations séparées entre homes et femmes sont enfin présentées dans le Tableau 144 (p. 485).

Avant d'examiner les effets des différentes variables, il faut noter que les modèles présentés semblent prévoir de façon satisfaisante les différentes probabilités de la variable dépendante. A titre indicatif, le calcul des probabilités estimées à l'aide du modèle 6 donnent les résultats suivants (il suffit de calculer les probabilités des quatre modalités à l'aide des coefficients estimés et de la moyenne du vecteur de variables explicatives) :

$$\Pr(y = 0) = \Phi(\hat{\beta}'\bar{x}) = 0.515$$

$$\Pr(y = 1) = \Phi(\hat{\mu}_1 + \hat{\beta}'\bar{x}) - \Phi(\hat{\beta}'\bar{x}) = 0.418$$

$$\Pr(y = 2) = \Phi(\hat{\mu}_2 + \hat{\beta}'\bar{x}) - \Phi(\hat{\mu}_1 + \hat{\beta}'\bar{x}) = 0.054$$

$$\Pr(y = 3) = 1 - \Phi(\hat{\mu}_2 + \hat{\beta}'\bar{x}) = 0.013$$

Ces probabilités estimées sont proches des fréquences observées dans l'échantillon, à savoir respectivement 0.521, 0.377, 0.078 et 0.024.

b) Impacts de la durée du travail et du salaire sur le niveau exprimé de satisfaction au travail : plus on travaille, plus on est riche et plus on est satisfait ?

Les estimations des équations de satisfaction au travail montrent que la durée du travail est un élément explicatif. Il semble qu'il existe un effet quadratique au niveau de la durée. La satisfaction au travail a tendance à augmenter jusqu'à un seuil de durée hebdomadaire du travail estimé, à l'aide des modèles 4 à 6⁶⁹⁰, entre 65 et 85 heures. Autrement dit, et compte tenu des coefficients estimés, la satisfaction au travail a tendance à augmenter avec la durée du travail – peu d'individus, même à ce niveau, ayant une durée habituelle du travail supérieure à ces seuils –, résultat relativement surprenant en apparence, mais qui peut s'expliquer par la particularité de la population étudiée. En effet, on peut penser que la majorité des docteurs travaillent beaucoup et que le travail est très valorisé parmi cette

⁶⁹⁰ Les coefficients relatifs à la durée du travail et à son carré ne sont pas significatifs dans les modèles 1 à 3 (et si on calcule malgré tout l'effet marginal de la durée du travail sur la satisfaction, on constaterait que l'effet quadratique est inversé : la satisfaction diminue avec la durée jusqu'à un seuil estimé autour de 40 heures, puis elle augmente au-delà). Cette non significativité des coefficients est probablement due à la colinéarité des variables de durée hebdomadaire au travail et de salaire annuel (absolu). Or, l'effet de cette colinéarité devient probablement moins gênant lorsqu'on introduit la variable de comparaison de salaire.

population (nous sommes aux Etats-Unis !). Néanmoins, hommes et femmes semblent être relativement différents sous cet aspect. C'est en effet seulement pour les hommes que cette relation positive entre satisfaction au travail et durée du travail est observée (Tableau 144, p. 485).

Le niveau absolu de salaire semble exercer un effet positif sur la satisfaction au travail, en conformité avec les éléments théoriques qui ont été présentés. Cependant, quand le résidu de l'équation de salaire est introduit dans l'équation de satisfaction, le coefficient relatif au salaire absolu n'est plus significatif.⁶⁹¹ Le coefficient du salaire relatif est positif : plus l'individu est « bien payé » (par rapport à des individus possédant des caractéristiques similaires à lui-même), plus sa satisfaction au travail est élevée. Mais une fois encore, hommes et femmes semblent être différents sur ce point. Quand les deux variables de salaire – absolu et relatif – sont introduits dans l'équation de satisfaction, le coefficient relatif au salaire absolu est positif et significatif pour les femmes, alors qu'il n'est pas significatif pour les hommes. L'inverse est vrai pour la mesure du niveau relatif de salaire. Son coefficient est en effet positif et significatif pour les hommes, et non significatif pour les femmes. La satisfaction au travail serait donc sensible au niveau absolu de salaire pour les femmes et au niveau relatif pour les hommes. Néanmoins, l'introduction des variables dichotomiques⁶⁹² pour quantifier le degré du salaire relatif modifie un peu ces conclusions puisque, dans ce cas, le salaire absolu reste significatif et les variables indicatrices ont des coefficients qui respectent à peu près la hiérarchie attendue⁶⁹³, et ceci semble valable autant pour les hommes que pour les femmes : plus un docteur est bien payé (comparativement à ce à quoi il peut prétendre compte tenu de ses caractéristiques), plus sa satisfaction au travail est grande.

c) L'effet de quelques variables sociodémographiques sur la satisfaction

Les estimations confirment les résultats descriptifs présentés : les femmes se montrent moins satisfaites avec leur travail que les hommes⁶⁹⁴, toutes choses égales par ailleurs. Le coefficient relatif à la variable 'sexe féminin' est en effet négatif et significatif dans tous les modèles à l'exception du modèle 1. L'effet marginal relatif à cette variable est cependant

⁶⁹¹ Il est possible qu'une certaine colinéarité entre les deux vecteurs explique en partie cela.

⁶⁹² Dont les résultats ne sont pas présentés dans les tableaux faute de place.

⁶⁹³ Tout au moins avec les seuils spécifiés p. 471.

⁶⁹⁴ En toute rigueur, on devrait employer cette formulation plutôt que « sont moins satisfaites ». Parfois, néanmoins, pour ne pas trop alourdir les formulations, on se contentera d'écrire plus simplement « sont plus/moins satisfaits... ».

limité puisque le fait d'être une femme diminue la probabilité d'être très satisfait avec son travail de 3,2%.

Les citoyens non américains semblent avoir une satisfaction au travail légèrement plus faible que les individus possédant la citoyenneté américaine. Ceci est également vrai pour les asiatiques et les autres minorités sous représentées (comparativement aux blancs d'origine américaine). Cependant, l'influence de ces variables semblent également être limitée compte tenu des effets marginaux (sur la probabilité d'être très satisfait) qui tournent autour de 3-4% pour chacune de ces trois variables.

En revanche, il existe un effet prononcé de l'âge sur la satisfaction. Dans les modèles présentés ici, la date d'obtention du doctorat est utilisée comme Proxy de l'âge.⁶⁹⁵ Néanmoins, les profils âge-satisfaction n'étaient pas très différents de ce qui est estimé ici. On constate que les docteurs les plus âgés ont une satisfaction clairement plus élevée que les docteurs les plus jeunes.⁶⁹⁶ Il est difficile de repérer un effet quadratique avec les données utilisées.⁶⁹⁷ Si au premier abord, en analysant seulement les coefficients estimés, il semble apparaître un certain effet quadratique, en regardant de plus près du côté des effets marginaux, cette conclusion est clairement nuancée. En effet, on constate par exemple que les docteurs qui ont obtenu leur doctorat entre 1980 et 84, entre 85 et 89, entre 90 et 94 et entre 95 et 96 expriment une satisfaction très similaires (diminuée de 24-25% par rapport à la référence, les docteurs titulaires d'un doctorat avant 1960, pour la modalité « très satisfaits »). En revanche, la probabilité pour cette même modalité augmente progressivement pour les catégories intermédiaires (ayant obtenu leur doctorat entre 1960 et 1979). Par exemple, l'effet marginal pour les docteurs ayant soutenu entre 1960 et 64 est de « seulement » -10%. On constate également que hommes et femmes semblent avoir des profils âge-satisfaction légèrement différents. Le profil en U inversé semble être plus prononcé pour les femmes que pour les hommes

La prise en compte de variables relatives au statut familial, significatives, montre que le contexte familial semble exercer une certaine influence sur la satisfaction au travail. Celle-ci ne serait donc pas expliquée uniquement par des variables relatives à la sphère du travail,

⁶⁹⁵ Pour limiter le problème de colinéarité entre cette variable et la variable d'âge de l'équation de salaire.

⁶⁹⁶ Reste toujours le classique et difficile problème de savoir s'il s'agit simplement d'un effet d'âge et pas d'un effet de génération.

mais par l'environnement plus global de socialisation de l'individu. Ici, le nombre d'enfants exerce un léger effet positif sur la satisfaction exprimée.⁶⁹⁸ Mais cet effet semble uniquement valable pour les femmes, puisque cette variable n'est pas (ou peu) significative pour les hommes.⁶⁹⁹

d) Les effets du secteur d'emploi et de l'activité principale sur la satisfaction au travail : les chercheurs, plus satisfaits que les autres docteurs ?

Les secteurs « traditionnels » d'emploi des docteurs et les activités principales « traditionnelles » des docteurs – disons ceux et celles qui sont liés à la recherche et à l'enseignement supérieur – semblent être associés à davantage de satisfaction au travail. C'est notamment le cas du secteur « éducation » (qui inclut les universités) qui exerce un effet clairement positif et significatif sur la satisfaction (+5,8% sur la première modalité), même si seuls les hommes semblent concernés. Pour les activités principales déclarées par les individus, la recherche fondamentale, la recherche appliquée, le développement et l'enseignement ont tendance à augmenter la satisfaction, avec des effets marginaux sur la modalité « très satisfaits » qui vont de 4 à 7% selon le modèle 6.⁷⁰⁰ La hiérarchie des effets de ces quatre variables est différente selon les modèles estimés. Si dans les modèles 1 à 3, qui ne prennent pas en compte le niveau relatif de salaire, c'est la recherche fondamentale qui augmente le plus la satisfaction au travail, dans les modèles 4 à 6, qui en tiennent compte, peu de différences sont observées entre ces deux types d'activités principales. Il est apparent que l'inclusion de la variable de comparaison de salaire rend significatif le coefficient relatif à la variable « développement » en augmentant très fortement son effet. De même, le coefficient relatif à la variable « enseignement » diminue légèrement alors que celui relatif à la variable « management » augmente très fortement. Ces effets sont compréhensibles puisque les docteurs déclarant des activités de développement ou de management comme activités principales sont bien payés comparativement aux autres, alors que les docteurs dont

⁶⁹⁷ Plusieurs études, entre autres celles de Clark et al. (1995, 1998), montrent qu'il existe un effet de l'âge sur la satisfaction en U inversé.

⁶⁹⁸ Plus précisément, la probabilité de se montrer très satisfait avec son travail augmenterait, selon les estimations du modèle 6, de 0,75% par enfant...

⁶⁹⁹ Il faut rappeler que, dans le chapitre 2, nous avons mis en évidence un effet différencié selon le sexe des variables relatives à la sphère familiale sur la mobilité internationale des post-doctorants français. Cf. section « 2.1.4.4.. Expliquer la localisation du post-doc : résultats des estimations sur données Irédu 2001 », p. 214.

⁷⁰⁰ Par rapport à la modalité de référence, « autre activité principale ». L'activité « management » exerce aussi un effet positif.

l'enseignement est l'activité principale sont particulièrement mal payés.⁷⁰¹ Autrement dit, schématiquement, la plus grande satisfaction exprimée par les « chercheurs » (hors effet salaire relatif) est compensée par une baisse de la satisfaction liée aux écarts de salaires entre chercheurs et non chercheurs (du fait du sentiment d'insatisfaction que cela engendre pour les chercheurs). Toutefois, il semble que l'influence des variables d'activité « traditionnelles » des docteurs – relatives à la recherche et à l'enseignement pour dire vite – soit uniquement significative pour les hommes et sans effet pour les femmes.

La discipline du doctorat ne semble exercer que peu d'effets sur la satisfaction puisque seules deux variables sont significatives (et encore, elles ne le sont pas simultanément). Les docteurs en chimie se montreraient légèrement moins satisfaits de leur emploi que les autres. A l'inverse, les psychologues seraient légèrement plus satisfaits.

La taille de la structure de travail de l'individu semble également avoir une influence sur la satisfaction au travail, tout comme dans l'étude de Idson (1990). Plus le nombre d'employés est grand, plus la satisfaction au travail est faible. Néanmoins, il semble que seules les petites structures de travail soient réellement ici associées à davantage de satisfaction compte tenu des effets marginaux calculés. En effet, la variable « moins de 10 salariés » exerce un effet positif prononcé de 11,7% (sur la dernière modalité) alors que les effets des autres variables (« 10-24 employés », « 25-99 employés », ..., « 500-999 employés ») ont des effets marginaux plus resserrés (de 2 à 4%).

La possession d'un contrat de travail à durée limitée exerce clairement un effet négatif sur la satisfaction au travail (effet marginal de -8,8%). Cela confirme les résultats de plusieurs études sur la satisfaction au travail selon lesquelles l'insécurité dans le travail est un élément important du bien-être exprimé.⁷⁰² Cela confirme également les résultats plus qualitatifs mis en évidence par certaines analyses étrangères qui étudient l'impact sur la motivation des

⁷⁰¹ Cf. section précédente sur les estimations des équations de salaire, et en particulier le Tableau 141 (p. 475).

⁷⁰² Idson (1990). Worrall et Cooper (1998), Burchell, Ladipo et Wilkinson (2001). Booth, Francesconi et Frank (2000), Blanchflower et Oswald (2000). En revanche, Blanchflower et Oswald (1999) montrent que le déclin tendanciel – des années 70 au milieu des années 90 – de la satisfaction au travail aux Etats-Unis ne semble pas pouvoir être expliqué par l'augmentation de l'insécurité de l'emploi (mais leur étude reste très globale). Mais c'est surtout l'impact du chômage sur le bien-être exprimé – appréhendé à travers des indicateurs de santé mentale et psychologique – qui a souvent été étudié, les chômeurs ayant alors un bien-être très fortement diminué par l'expérience du chômage (Darity et Goldsmith 1996, Machin et Manning 1999, Burchell, Ladipo et Wilkinson 2001). D'autres auteurs avancent néanmoins qu'une causalité inverse peut être observée puisque les individus dont la santé est fragile sont le plus susceptibles de se retirer du marché du travail et d'être au chômage (Strandh 2000, Theodossiou 1998).

chercheurs de l'augmentation de la contractualisation – ou l'augmentation des *short-term contracts* – dans la recherche publique et universitaire.⁷⁰³

En revanche, travailler à la maison (plus de 50% de son temps), et d'une façon moindre être son propre patron, augmente la satisfaction déclarée.

Peu de variables traduisent l'histoire des individus sur le marché du travail. Cependant, l'une d'entre elles, le fait d'avoir été licencié durant les deux dernières années (entre avril 1995 et avril 1997 pour les docteurs ici considérés), diminue clairement la satisfaction au travail (d'environ 10%).

⁷⁰³ Dans le cas anglais, voir par exemple le rapport du Science and Technology Comitee (2002) publié par la Chambre des Communes.

Tableau 142. Équations de satisfaction : résultats des estimations pour les docteurs américains, ensemble de l'échantillon (coefficients estimés).

	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4	Modèle 5	Modèle 6
Constant	-0.193** (0.092)	-0.220** (0.097)	-0.189* (0.100)	0.233** (0.112)	0.367*** (0.127)	0.397*** (0.131)
Female	-0.027 (0.016)	-0.035** (0.017)	-0.033* (0.017)	-0.074*** (0.018)	-0.082*** (0.018)	-0.080*** (0.018)
Number of children	0.017*** (0.006)	0.018*** (0.007)	0.017*** (0.007)	0.018*** (0.006)	0.019*** (0.007)	0.019*** (0.007)
Race/ethnicity: Asian	-0.072*** (0.021)	-0.065*** (0.021)	-0.063*** (0.021)	-0.072*** (0.021)	-0.077*** (0.021)	-0.075*** (0.021)
Race/ethnicity: under-represented minorities	-0.069*** (0.023)	-0.068*** (0.023)	-0.064*** (0.023)	-0.081*** (0.023)	-0.082*** (0.023)	-0.078*** (0.023)
Non US citizen	-0.056** (0.027)	-0.053** (0.027)	-0.053* (0.027)	-0.089*** (0.027)	-0.102*** (0.028)	-0.101*** (0.028)
Year of Ph.D. award						
Granted Ph.D. in 1995-96	-0.496*** (0.072)	-0.495*** (0.073)	-0.497*** (0.073)	-0.596*** (0.074)	-0.635*** (0.075)	-0.636*** (0.075)
1990-94	-0.524*** (0.071)	-0.523*** (0.072)	-0.526*** (0.072)	-0.615*** (0.073)	-0.650*** (0.074)	-0.652*** (0.074)
1985-89	-0.559*** (0.071)	-0.555*** (0.071)	-0.557*** (0.072)	-0.613*** (0.072)	-0.638*** (0.072)	-0.639*** (0.072)
1980-84	-0.585*** (0.072)	-0.586*** (0.072)	-0.588*** (0.072)	-0.620*** (0.072)	-0.632*** (0.072)	-0.633*** (0.072)
1975-79	-0.555*** (0.072)	-0.556*** (0.072)	-0.559*** (0.072)	-0.566*** (0.072)	-0.570*** (0.072)	-0.573*** (0.072)
1970-74	-0.532*** (0.072)	-0.530*** (0.072)	-0.531*** (0.072)	-0.529*** (0.072)	-0.528*** (0.072)	-0.529*** (0.072)
1965-69	-0.404*** (0.074)	-0.404*** (0.074)	-0.407*** (0.074)	-0.400*** (0.074)	-0.398*** (0.074)	-0.401*** (0.074)
1960-64	-0.260*** (0.083)	-0.260*** (0.083)	-0.263*** (0.083)	-0.257*** (0.083)	-0.256*** (0.083)	-0.259*** (0.083)
Hours worked and earnings						
Number of hours worked per week	-2.78E-3 (2.46E-3)	-3.10E-3 (2.45E-3)	-3.20E-3 (2.46E-3)	8.4E-3*** (2.79 ^E -3)	7.7E-3*** (2.8E-3)	7.7E-3*** (2.8E-3)
Number of hours worked squared	3.50E-5 (2.60E-5)	3.80E-5 (2.60E-5)	3.70E-5 (2.61E-5)	-5.0E-5** (2.9E-5)	-6E-5*** (2.9E-5)	6E-5*** (2.9E-5)
Laid off on the two last years	-0.262*** (0.035)	-0.263*** (0.035)	-0.262*** (0.035)	-0.261*** (0.035)	-0.258*** (0.035)	-0.257*** (0.035)
Annual salary	6.60-6*** (3.02-7)	6.66-6*** (3.07-7)	6.57-6*** (3.08-7)	1.14-6 (8.57-7)	-4.70-7 (1.06-6)	-3.19-7 (1.06-6)
Comparative pay: residual from the wage equation				5.80-6*** (8.73-7)	7.32-6*** (1.04-6)	7.23-6*** (1.04-6)
Main business for employer						
Education	0.216*** (0.041)	0.206*** (0.041)	0.204*** (0.041)	0.162*** (0.042)	0.146*** (0.042)	0.145*** (0.042)
Transportation Services, utilities, or communications	-0.129* (0.070)	-0.132* (0.070)	-0.122* (0.070)	-0.089 (0.070)	-0.096 (0.070)	-0.088 (0.070)
Wholesale or retail trade	-0.086 (0.103)	-0.085 (0.103)	-0.087 (0.103)	-0.183* (0.104)	-0.197* (0.104)	-0.199* (0.104)
Number of employees						
Under 10 employees	0.384*** (0.044)	0.377*** (0.044)	0.376*** (0.044)	0.323*** (0.045)	0.301*** (0.045)	0.299*** (0.045)
10-24 employees	0.130*** (0.047)	0.130*** (0.047)	0.130*** (0.047)	0.107** (0.048)	0.101** (0.048)	0.101** (0.048)
25-99 employees	0.108*** (0.037)	0.105*** (0.037)	0.103*** (0.037)	0.092** (0.037)	0.087** (0.037)	0.085** (0.037)
100-499 employees	0.075*** (0.024)	0.072*** (0.024)	0.075*** (0.025)	0.056** (0.025)	0.050** (0.025)	0.052** (0.025)

500-999 employees	0.057*	0.056*	0.059*	0.057*	0.058*	0.060*
	(0.034)	(0.034)	(0.034)	(0.034)	(0.034)	(0.034)
	Main activity					
Applied research	0.134***	0.138***	0.137***	0.163***	0.168***	0.168***
	(0.038)	(0.038)	(0.038)	(0.038)	(0.038)	(0.038)
Basic research	0.181***	0.184***	0.183***	0.156***	0.157***	0.156***
	(0.040)	(0.040)	(0.040)	(0.040)	(0.040)	(0.040)
Development	0.060	0.066	0.065	0.116**	0.123***	0.122***
	(0.046)	(0.046)	(0.046)	(0.046)	(0.046)	(0.046)
Employee relations, recruiting	-0.132*	-0.141*	-0.147*	-0.061	-0.051	-0.056
	(0.079)	(0.079)	(0.079)	(0.080)	(0.080)	(0.080)
Management	0.110***	0.109***	0.107***	0.207***	0.230***	0.227***
	(0.041)	(0.041)	(0.041)	(0.043)	(0.044)	(0.044)
Production	-0.289***	-0.284***	-0.291***	-0.397***	-0.423***	-0.429***
	(0.103)	(0.103)	(0.103)	(0.105)	(0.105)	(0.105)
Services	0.044	0.021	0.018	0.078*	0.073	0.070
	(0.044)	(0.045)	(0.045)	(0.044)	(0.045)	(0.045)
Teaching	0.122***	0.125***	0.124***	0.105***	0.095**	0.095**
	(0.040)	(0.040)	(0.040)	(0.040)	(0.040)	(0.040)
	Alternative work arrangements					
Working from home 50% or more of work time	0.131***	0.131***	0.129***	0.135***	0.135***	0.133***
	(0.045)	(0.045)	(0.045)	(0.045)	(0.045)	(0.045)
Working on a short-term basis, seasonal, as-needed	-0.230***	-0.227***	-0.225***	-0.228***	-0.222***	-0.221***
	(0.056)	(0.056)	(0.056)	(0.056)	(0.056)	(0.056)
Self-employed	0.120**	0.117**	0.119**	0.121**	0.117**	0.120**
	(0.051)	(0.051)	(0.051)	(0.051)	(0.051)	(0.051)
Working through a temp or employment agency	-0.243*	-0.238*	-0.233*	-0.248*	-0.245*	-0.240*
	(0.129)	(0.129)	(0.129)	(0.129)	(0.129)	(0.129)
	Field of Ph.D.					
Chemistry, except Biochemistry		-0.024	-0.024		-0.064*	-0.063*
		(0.037)	(0.037)		(0.037)	(0.037)
Psychology		0.092**	0.090**		0.022	0.022
		(0.037)	(0.037)		(0.038)	(0.039)
Contrôle pour la region d'emploi	Non	Non	Oui	Non	Non	Oui
μ_1	1.057***	1.031***	1.062***	1.485***	1.618***	1.649***
	(0.092)	(0.097)	(0.100)	(0.112)	(0.128)	(0.131)
μ_2	1.764***	1.738***	1.770***	2.193***	2.327***	2.358***
	(0.093)	(0.097)	(0.101)	(0.113)	(0.128)	(0.131)
-2 log L	57419.407	57401.885	57376.466	57375.4	57352	57328.06
Nombre d'observations	29114	29114	29114	29114	29114	29114

Source: SDR 1997. Estimation ML de modèles probit ordonnés (voir texte pour plus de précisions). Coefficients estimés avec erreurs-type entre parenthèses. Références : i) pour la catégorie « main business for employer », il s'agit de « other sectors » ; ii) Pour la catégorie « work activity », c'est « other main activity » ; iii) Pour la discipline du doctorat, il s'agit de « computer sciences ». Faute de place, seules les variables significatives sont présentées dans le tableau. Néanmoins, les estimations ont été réalisées avec l'ensemble des variables. * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

Tableau 143. Équations de satisfaction : effets marginaux relatifs au modèle 6 du Tableau 142.

		$\frac{\partial \Pr(y=0)}{\partial x}$	$\frac{\partial \Pr(y=1)}{\partial x}$	$\frac{\partial \Pr(y=2)}{\partial x}$	$\frac{\partial \Pr(y=3)}{\partial x}$
Female	***	-0.0317	0.0237	0.0061	0.0019
Number of children	***	0.0075	-0.0056	-0.0014	-0.0004
Race/ethnicity: Asian	***	-0.0300	0.0223	0.0058	0.0018
Race/ethnicity: under-rep. minorit.	***	-0.0310	0.0231	0.0061	0.0019
Non US citizen	***	-0.0401	0.0296	0.0079	0.0026
Granted Ph.D. in 1995-96	***	-0.2449	0.1546	0.0641	0.0262
1990-94	***	-0.2521	0.1638	0.0632	0.0251
1985-89	***	-0.2469	0.1589	0.0629	0.0252
1980-84	***	-0.2436	0.1535	0.0639	0.0261
1975-79	***	-0.2217	0.1422	0.0568	0.0227
1970-74	***	-0.2058	0.1340	0.0516	0.0202
1965-69	***	-0.1571	0.1052	0.0378	0.0141
1960-64	***	-0.1027	0.0717	0.0229	0.0080
Laid off on the last two years	***	-0.1019	0.0714	0.0226	0.0079
Annual salary		-1.27E-07	9.60E-08	2.37E-08	7.34E-09
Residual from wage equation	***	2.88E-06	-2.18E-06	-5.38E-07	-1.67E-07
Employer main business					
Education	***	0.0577	-0.0438	-0.0106	-0.0033
Wholesale or retail trade	*	-0.0789	0.0561	0.0170	0.0058
Number of employees					
Under 10 employees	***	0.1173	-0.0939	-0.0183	-0.0051
10-24 employees	**	0.0399	-0.0309	-0.0070	-0.0021
25-99 employees	**	0.0338	-0.0260	-0.0060	-0.0018
100-499 employees	**	0.0208	-0.0159	-0.0038	-0.0011
500-999 employees	*	0.0237	-0.0182	-0.0043	-0.0013
Main activity					
Applied research	***	0.0666	-0.0515	-0.0116	-0.0035
Basic research	***	0.0621	-0.0481	-0.0108	-0.0032
Development	***	0.0483	-0.0375	-0.0084	-0.0025
Management	***	0.0898	-0.0707	-0.0148	-0.0043
Production	***	-0.1670	0.1082	0.0424	0.0165
Teaching	**	0.0377	-0.0289	-0.0068	-0.0020
Alternative work arrangements					
Working at home	***	0.0527	-0.0410	-0.0090	-0.0026
Temporary	***	-0.0877	0.0620	0.0191	0.0066
Self employed	**	0.0476	-0.0370	-0.0082	-0.0024
Working through a temp or empl. ag.	*	-0.0952	0.0667	0.0211	0.0074
Fields of Ph.D.					
Chemistry, except Biochemistry	*	-0.0251	0.0187	0.0049	0.0015

Source: SDR 1997. Effets marginaux calculés à partir des coefficients estimés du modèle 6 du tableau précédent.

* significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

Tableau 144. Équations de satisfaction : estimations séparées hommes-femmes.

	(1) Femmes	(2) Hommes	(3) Femmes	(4) Hommes
Constant	0.015 (0.293)	-0.333*** (0.101)	0.199 (0.316)	0.151 (0.126)
Number of children	0.038*** (0.014)	0.012 (0.007)	0.038*** (0.014)	0.013* (0.007)
Race/ethnicity: Asian	-0.101** (0.041)	-0.057** (0.025)	-0.105** (0.041)	-0.054** (0.025)
Race/ethnicity: under-rep. minorities	-0.148*** (0.038)	-0.026 (0.028)	-0.154*** (0.038)	-0.039 (0.028)
Non US citizen	-0.082 (0.051)	-0.049 (0.032)	-0.097* (0.052)	-0.086*** (0.032)
Granted Ph.D. in 1995-96	-0.394 (0.269)	-0.512*** (0.076)	-0.433 (0.270)	-0.633*** (0.079)
1990-94	-0.383 (0.268)	-0.570*** (0.075)	-0.418 (0.269)	-0.680*** (0.077)
1985-89	-0.442 (0.268)	-0.589*** (0.075)	-0.462* (0.269)	-0.653*** (0.075)
1980-84	-0.530** (0.269)	-0.593*** (0.075)	-0.540** (0.269)	-0.634*** (0.076)
1975-79	-0.544** (0.270)	-0.553*** (0.075)	-0.548** (0.270)	-0.565*** (0.075)
1970-74	-0.375 (0.271)	-0.561*** (0.075)	-0.373 (0.271)	-0.558*** (0.075)
1965-69	-0.216 (0.280)	-0.433*** (0.077)	-0.214 (0.280)	-0.428*** (0.077)
1960-64	-0.331 (0.303)	-0.262*** (0.086)	-0.329 (0.303)	-0.258*** (0.087)
Laid off on the last two years	-0.257*** (0.064)	-0.267*** (0.042)	-0.257*** (0.064)	-0.266*** (0.042)
Number of hours worked	-0.0026* (0.0014)	0.0040*** (0.0009)	-0.0027** (0.0014)	0.0037*** (0.0009)
Annual salary	7.73E-6*** (6.66E-7)	6.38E-6*** (3.41E-7)	4.84E-6** (1.94E-6)	2.47E-7 (1.01E-6)
Residual from wage equation			3.03E-6 (1.94E-6)	6.49E-6*** (1.00E-6)
Agriculture, Forestry, or Fishing	-0.112 (0.178)	0.126* (0.075)	-0.134 (0.179)	0.056 (0.076)
Biotechnology	-0.074 (0.117)	0.003 (0.063)	-0.059 (0.118)	0.037 (0.063)
Construction or Mining	0.014 (0.413)	0.051 (0.110)	0.029 (0.413)	0.057 (0.110)
Education	0.074 (0.087)	0.250*** (0.046)	0.054 (0.088)	0.184*** (0.048)
Finance, insurance	-0.085 (0.175)	0.048 (0.091)	-0.057 (0.176)	0.119 (0.092)
Health Services	-0.028 (0.091)	0.041 (0.052)	-0.027 (0.091)	0.015 (0.052)
Information technology	-0.019 (0.118)	-0.013 (0.054)	0.007 (0.119)	0.048 (0.055)
All other services (e.g.. social, legal...)	0.040 (0.112)	0.042 (0.063)	0.041 (0.112)	0.047 (0.063)
Manufacturing	-0.176 (0.108)	-0.005 (0.049)	-0.162 (0.109)	0.036 (0.049)
Public administration, government	-0.225** (0.104)	0.092 (0.060)	-0.234** (0.104)	0.054 (0.060)
Research	-0.028 (0.089)	0.054 (0.046)	-0.033 (0.089)	0.037 (0.046)
Transportation Services	-0.186 (0.166)	-0.117 (0.077)	-0.166 (0.167)	-0.073 (0.077)
Wholesale or retail trade	-0.290 (0.241)	-0.046 (0.114)	-0.331 (0.243)	-0.160 (0.116)
Under 10 employees	0.458*** (0.091)	0.360*** (0.050)	0.434*** (0.092)	0.284*** (0.051)

10-24 employees	-0.077 (0.091)	0.206*** (0.056)	-0.088 (0.092)	0.178*** (0.056)
25-99 employees	0.189** (0.076)	0.079* (0.042)	0.183** (0.076)	0.059 (0.042)
100-499 employees	0.086* (0.045)	0.067** (0.029)	0.079* (0.046)	0.043 (0.029)
500-999 employees	0.066 (0.061)	0.050 (0.040)	0.067 (0.061)	0.050 (0.040)
1000-4999 employees	-0.041 (0.042)	0.003 (0.026)	-0.037 (0.043)	0.010 (0.026)
Accounting, finance	0.041 (0.148)	-0.019 (0.089)	0.050 (0.148)	0.011 (0.089)
Applied research	0.072 (0.069)	0.167*** (0.046)	0.082 (0.069)	0.203*** (0.046)
Basic research	0.109 (0.071)	0.216*** (0.048)	0.095 (0.072)	0.189*** (0.049)
Computer	-0.202** (0.101)	0.004 (0.055)	-0.197* (0.101)	0.017 (0.055)
Development	-0.005 (0.094)	0.096* (0.053)	0.016 (0.095)	0.164*** (0.054)
Design	-0.179 (0.135)	0.039 (0.063)	-0.165 (0.135)	0.072 (0.064)
Employee relations, recruiting	-0.237* (0.131)	-0.060 (0.100)	-0.206 (0.132)	0.025 (0.101)
Management	0.050 (0.076)	0.138*** (0.048)	0.093 (0.080)	0.252*** (0.052)
Production	-0.230 (0.313)	-0.269** (0.111)	-0.274 (0.315)	-0.391*** (0.112)
Services	-0.020 (0.076)	0.070 (0.054)	-0.006 (0.077)	0.110** (0.055)
Marketing, purchasing	0.202 (0.149)	-0.146** (0.073)	0.210 (0.149)	-0.125* (0.073)
Quality or productivity management	-0.001 (0.151)	-0.138 (0.091)	0.008 (0.151)	-0.118 (0.091)
Teaching	0.036 (0.071)	0.172*** (0.049)	0.027 (0.071)	0.151*** (0.049)
Employer contracted out another organ.	-0.028 (0.081)	-0.010 (0.044)	-0.029 (0.081)	-0.007 (0.044)
Working from home more than 50% of time work	0.070 (0.079)	0.165*** (0.055)	0.072 (0.079)	0.170*** (0.055)
Temporary	-0.148 (0.101)	-0.268*** (0.068)	-0.147 (0.101)	-0.266*** (0.068)
Self employed	0.191* (0.104)	0.085 (0.058)	0.190* (0.104)	0.087 (0.058)
Job sharing	-0.018 (0.302)	-0.079 (0.165)	-0.018 (0.302)	-0.084 (0.165)
Working through a temporary or employment agency	-0.685*** (0.225)	-0.021 (0.159)	-0.687*** (0.225)	-0.022 (0.159)
Some other alternative work arrangements	0.030 (0.103)	-0.058 (0.071)	0.035 (0.103)	-0.054 (0.071)
μ_1	1.228*** (0.293)	0.937*** (0.101)	1.413*** (0.316)	1.422*** (0.126)
μ_2	1.914*** (0.294)	1.658*** (0.102)	2.099*** (0.317)	2.144*** (0.127)
-2 log L	16020.92	41256.93	16025	41215
Nombre d'observations	7756	21358	7756	21358

Source: SDR 1997. Estimation ML de modèles probit ordonnés (voir texte pour plus de précisions). Coefficients estimés avec erreurs-type entre parenthèses. * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

B. Les universitaires : des déterminants spécifiques de la satisfaction ?

Nous avons sélectionné un sous échantillon de notre échantillon initial, celui des docteurs travaillant dans le secteur de l'enseignement supérieur. Les estimations de trois modèles de satisfaction sont présentées dans le Tableau 145 (p. 489), le premier pour l'ensemble des individus, le deuxième pour les femmes et le troisième pour les hommes. Nous n'allons que brièvement commenter les résultats obtenus ici, ces modèles étant assez peu satisfaisants. Nous n'avons en effet à notre disposition qu'un nombre relativement limité de variables explicatives pour caractériser de façon satisfaisante la satisfaction au travail des universitaires.

Nous avons utilisé une codification des emplois, plus proche des standards académiques, différente de celle qui a été mise en œuvre jusqu'ici. Elle combine discipline, activité principale déclarée et statut des individus et aboutit à une typologie des emplois en 22 catégories, la catégorie de référence étant « postsecondary teachers in computer sciences and mathematics ». Cette typologie est somme toute assez peu parlante. Néanmoins, on constate que les hommes travaillant dans le champ des sciences sociales et des sciences physiques et chimiques ont une satisfaction plus grande que les autres (ces variables ne sont pas significatives pour les femmes). A l'inverse, les femmes travaillant dans le champ des sciences de la vie dans le secteur de l'enseignement supérieur se montrent clairement moins satisfaites de leur travail. L'utilisation des variables d'activité principale telles que celles qui ont été introduites dans les modèles de la section précédente en lieu et place de cette typologie des emplois était également assez peu satisfaisante ici. En effet, la plupart des docteurs travaillant dans l'enseignement supérieur déclarent avoir des activités de recherche fondamentale, de recherche appliquée ou d'enseignement, et l'introduction de ces variables dans les modèles donnaient assez peu de résultats.

Dans le secteur académique, les femmes sont significativement moins satisfaites avec leur emploi que les hommes. Cela confirme l'impression initiale que nous nous étions forgés à partir des simples statistiques descriptives. Les membres des « autres minorités sous-représentées » sont également clairement moins satisfaits. C'est également le cas des citoyens qui ne sont pas américains.

Une certaine différence au niveau de la significativité des effets de plusieurs variables est observable entre hommes et femmes. L'année d'obtention du doctorat ne semble pas

affecter la satisfaction des femmes, leur satisfaction restant à peu près constante sur l'ensemble de leur carrière. En revanche, on retrouve un profil âge-satisfaction pour les hommes qui est identique à celui mis en évidence dans la section précédente : leur satisfaction a légèrement tendance à diminuer en début de carrière puis elle augmente pour s'accroître fortement en fin de période.

La durée hebdomadaire de travail exerce un effet négatif sur la satisfaction au travail des femmes alors qu'elle est sans effet pour les hommes.

Les deux variables de salaire – absolu et relatif – sont introduites simultanément dans les modèles présentés ici. Elles sont toutes les deux positives et significatives dans le modèle estimé sur l'ensemble de l'échantillon. En revanche, seul l'effet du salaire relatif est significatif tant pour les hommes que pour les femmes. Les facteurs pécuniaires ne sont donc pas à négliger dans l'explication de la satisfaction au travail, même pour les universitaires (Sloane et Ward, 1999).

L'effet de l'insécurité de l'emploi est clairement perceptible ici. Les docteurs qui ont un contrat de travail à durée déterminée ont une probabilité bien plus faible d'être satisfaits de leur emploi que les autres.

Nous aurions aimé pouvoir introduire des variables plus nombreuses et plus précises pour décrire l'activité de R&D des docteurs travaillant dans le secteur académique. Hélas, certaines variables fort intéressantes pour nous – concernant par exemple les publications ou la participation à des activités de recherche à l'étranger – n'étaient pas disponibles dans le Survey of Doctorate Recipients utilisé ici.⁷⁰⁴

⁷⁰⁴ A l'inverse, la variable de satisfaction n'était pas renseignée dans les enquêtes qui contenaient de telles informations.

Tableau 145. Les universitaires travaillant aux USA : estimations des équations de satisfaction.

	(1) Ensemble	(2) Femmes	(3) Hommes
Constant	0.381*** (0.137)	0.210 (0.402)	0.319** (0.154)
Female	-0.120*** (0.024)		
Number of children	0.027*** (0.010)	0.045** (0.019)	0.019 (0.012)
Asian	-0.047 (0.034)	-0.007 (0.057)	-0.062 (0.042)
Under-represented minorities	-0.113*** (0.030)	-0.159*** (0.048)	-0.083** (0.039)
Non-US citizen	-0.102** (0.040)	-0.090 (0.068)	-0.104** (0.049)
Earned Ph.D. in 1995-96	-0.483*** (0.099)	-0.220 (0.362)	-0.527*** (0.107)
1990-94	-0.483*** (0.096)	-0.204 (0.360)	-0.543*** (0.103)
1985-89	-0.533*** (0.095)	-0.273 (0.360)	-0.575*** (0.101)
1980-84	-0.534*** (0.095)	-0.311 (0.360)	-0.550*** (0.101)
1975-79	-0.416*** (0.095)	-0.291 (0.361)	-0.400*** (0.100)
1970-74	-0.389*** (0.094)	-0.115 (0.362)	-0.423*** (0.099)
1965-69	-0.291*** (0.097)	0.087 (0.373)	-0.331*** (0.101)
1960-64	-0.234** (0.107)	-0.007 (0.398)	-0.250** (0.112)
Number of hours worked per week	-0.0005 (0.0011)	-0.0043** (0.0018)	0.0019 (0.0013)
Annual salary	2.79E-6** (1.26E-6)	3.93E-6 (2.46E-6)	2.04E-6 (1.50E-6)
Residual from wage equation	5.97E-6*** (1.26E-6)	4.26E-6* (2.41E-6)	6.96E-6*** (1.51E-6)
Alternative work arrangements			
Employer contracted out another organ.	0.074 (0.080)	0.080 (0.141)	0.085 (0.098)
Working from home more than 50% of time work	-0.006 (0.073)	0.046 (0.112)	-0.064 (0.098)
Temporary position	-0.431*** (0.078)	-0.376*** (0.130)	-0.475*** (0.098)
Job sharing	0.300 (0.282)	-0.122 (0.465)	0.504 (0.367)
Working through a temporary or employment agency	0.422 (0.344)	-0.640 (0.546)	1.240** (0.560)
Some other alternative work arrangements	0.042 (0.083)	0.100 (0.144)	-0.011 (0.102)
Job description			
Computer scientist and mathematician	0.076 (0.100)	-0.102 (0.198)	0.141 (0.116)

Biological scientist	-0.085*	-0.143*	-0.073
	(0.044)	(0.086)	(0.052)
Post-secondary teacher in life sciences	0.041	0.070	0.023
	(0.045)	(0.093)	(0.052)
Other life and related scientist	-0.002	-0.033	-0.003
	(0.076)	(0.142)	(0.091)
Chemist	0.045	-0.128	0.087
	(0.094)	(0.183)	(0.109)
Physics and astronomy scientist	-0.118	-0.342	-0.077
	(0.082)	(0.252)	(0.088)
Post-secondary teacher in physical sciences	0.186***	0.015	0.228***
	(0.049)	(0.107)	(0.056)
Other physical and related scientist	-0.034	-0.208	0.018
	(0.091)	(0.189)	(0.104)
Economist	0.017	-0.161	0.077
	(0.153)	(0.313)	(0.176)
Psychologist	0.062	-0.042	0.108
	(0.067)	(0.105)	(0.099)
Post-secondary teacher social and related sciences	0.110**	0.031	0.143***
	(0.045)	(0.087)	(0.053)
Other social scientist	0.126	0.029	0.188
	(0.104)	(0.149)	(0.155)
Other engineer	-0.042	-0.487*	0.038
	(0.098)	(0.276)	(0.106)
Chemical engineer	-0.042	0.888	-0.122
	(0.201)	(0.672)	(0.213)
Civil engineer	-0.236	-0.433	-0.192
	(0.214)	(1.086)	(0.220)
Electrical and electronics engineer	0.139	0.196	0.160
	(0.134)	(0.362)	(0.145)
Mechanical engineer	-0.036	3.781	-0.013
	(0.165)	(41.277)	(0.168)
Post-secondary teachers in engineering	0.036	-0.168	0.083
	(0.053)	(0.128)	(0.058)
Managers	0.079	0.052	0.082
	(0.055)	(0.108)	(0.064)
Other management or related occupations	-0.313	-0.674**	0.031
	(0.212)	(0.299)	(0.309)
Teachers, except S&E fields	-0.029	-0.098	-0.013
	(0.049)	(0.087)	(0.065)
μ_1	1.608***	1.417***	1.561***
	(0.137)	(0.403)	(0.155)
μ_2	2.319***	2.106***	2.292***
	(0.138)	(0.404)	(0.157)
-2 ln L	27398.70	9291.96	10048.5
Nombre d'observations	14078	4410	9668

Source: SDR 1997. Estimation ML de modèles probit ordonnés (voir texte pour plus de précisions). Coefficients estimés avec erreurs-type entre parenthèses. * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

C. Les docteurs du secteur privé : les chercheurs sont-ils les plus satisfaits de leur travail ?

Nous avons procédé à l'estimation d'équations de satisfaction sur l'échantillon des docteurs travaillant dans le secteur privé. Les coefficients estimés de trois modèles – pour les femmes, pour les hommes et pour l'ensemble des deux sexes – sont présentés dans le Tableau 146 (p. 493).

La variable sexe n'exerce aucune influence sur la satisfaction dans ce secteur, contrairement à ce qui est observé pour l'ensemble des docteurs et pour les docteurs travaillant dans le secteur de l'enseignement supérieur.⁷⁰⁵ Le nombre d'enfants n'a pas non plus d'effets, contrairement à ce qui était observé pour les femmes universitaires.

La durée du travail augmente la satisfaction au travail des hommes et est sans effet pour les femmes. Ce sont donc essentiellement les hommes travaillant dans le secteur privé qui sont responsables de l'effet positif de la durée initialement mesuré sur l'ensemble de l'échantillon des docteurs, tous secteurs confondus.

La taille de la structure d'emploi est également un déterminant de la satisfaction. Ce sont les docteurs travaillant dans des petites structures (inférieure à 25 salariés) qui ont une satisfaction au travail significativement plus élevée ici.

La nature du contrat de travail a une certaine influence sur la satisfaction. Les docteurs en contrat à durée déterminée ont une satisfaction moindre, et cette variable joue pour les hommes comme pour les femmes. Le fait de travailler à la maison plus de 50% de son temps augmente en revanche la satisfaction, mais seulement pour les hommes. Le fait que ce genre d'arrangements soit plus commun pour les femmes explique sans doute cela.

Le niveau absolu et le niveau relatif du salaire exercent une influence positive sur la satisfaction pour l'ensemble de l'échantillon. En revanche, quand pour les estimations séparées, seule la variable salaire relatif est significative pour les hommes. Ni le salaire absolu, ni le salaire relatif n'ont d'effets significatifs pour les femmes.

Les variables relatives au secteur d'emploi sont assez peu significatives et n'apportent que peu d'information.

⁷⁰⁵ D'après les modèles que nous avons pu estimer (non présentés ici), les femmes travaillant dans le secteur public gouvernemental ont également une probabilité de satisfaction plus faible.

L'activité principale déclarée par les individus est intéressante à considérer. On trouve en effet que les docteurs qui travaillent dans le secteur privé et dont l'activité principale est la recherche fondamentale ou la recherche appliquée ont clairement une probabilité bien plus grande d'être satisfaits de leur travail, toutes choses étant égales par ailleurs. Il semble plus précisément que ce soit l'activité de recherche fondamentale⁷⁰⁶ qui augmente le plus la satisfaction, suivie de celle de management et de recherche appliquée. Il faut noter également que persiste une différence de satisfaction en faveur des docteurs ayant une activité de recherche fondamentale (par rapport aux docteurs dont l'activité principale est la recherche appliquée, et encore plus le développement, cette dernière variable n'étant pas significative) même une fois pris en compte les deux mesures de la rémunération, absolue et relative, contrairement aux estimations réalisées sur l'ensemble de l'échantillon dont les coefficients estimés pour ces trois types d'activités principales étaient proches. Les docteurs du secteur privé qui ont des activités de R&D qui se rapprochent de celles du secteur académique ont donc une satisfaction au travail plus élevée par rapport aux autres docteurs du secteur privé plus éloignés de ces normes. Les effets de ces variables sont plus ou moins valables pour les deux sexes, et en général plus pour les hommes que pour les femmes, peu de variables étant à nouveau significatives pour ces dernières. A l'inverse les docteurs dont l'activité principale est la production, le marketing ou la qualité ont clairement une probabilité de satisfaction plus faible.

⁷⁰⁶ La variable « enseignement » augmenterait encore davantage la satisfaction mais elle est peu significative. L'incertitude entourant son effet exact est donc incertain, contrairement aux autres variables mentionnées ici.

Tableau 146. Les docteurs travaillant dans le secteur privé aux USA : estimations des équations de satisfaction au travail.

	(1) Ensemble	(2) Femmes	(3) Hommes
Constant	0.144 (0.177)	0.296 (0.672)	0.116 (0.190)
Female	0.042 (0.031)		
Number of children	0.008 (0.010)	0.014 (0.027)	0.009 (0.011)
Asian	-0.094*** (0.031)	-0.231*** (0.072)	-0.060* (0.035)
Under-represented minorities	-0.066 (0.042)	-0.126 (0.085)	-0.054 (0.049)
Non-US citizen	-0.057 (0.041)	-0.076 (0.090)	-0.053 (0.047)
Granted Ph.D. in 1995-96	-0.603*** (0.130)	-0.460 (0.616)	-0.642*** (0.135)
1990-94	-0.705*** (0.128)	-0.493 (0.615)	-0.774*** (0.132)
1985-89	-0.669*** (0.126)	-0.466 (0.614)	-0.734*** (0.130)
1980-84	-0.703*** (0.127)	-0.613 (0.614)	-0.736*** (0.131)
1975-79	-0.690*** (0.126)	-0.708 (0.615)	-0.698*** (0.130)
1970-74	-0.673*** (0.126)	-0.484 (0.618)	-0.707*** (0.129)
1965-69	-0.519*** (0.131)	-0.385 (0.635)	-0.538*** (0.134)
1960-64	-0.184 (0.154)	-0.101 (0.720)	-0.205 (0.158)
Number of hours worked per week	0.0038*** (0.0014)	-0.0018 (0.0029)	0.0060*** (0.0016)
Laid off on the 2 last years	-0.299*** (0.048)	-0.289*** (0.110)	-0.309*** (0.054)
Annual salary	2.33E-6* (1.26E-6)	4.49E-6 (3.29E-6)	1.49E-6 (1.39E-6)
Residual from wage equation	3.74E-6*** (1.25E-6)	3.09E-6 (3.23E-6)	4.34E-6*** (1.38E-6)
	Sector of employment		
Agriculture, Forestry, or Fishing	0.017 (0.084)	-0.479** (0.225)	0.078 (0.091)
Biotechnology	0.038 (0.060)	0.065 (0.131)	0.035 (0.067)
Construction or Mining	0.064 (0.110)	0.088 (0.419)	0.087 (0.115)
Finance, insurance	0.034 (0.084)	-0.059 (0.185)	0.063 (0.095)
Health Services	0.115** (0.055)	0.036 (0.113)	0.123* (0.064)
Information technology	0.016 (0.054)	0.019 (0.132)	0.023 (0.059)
All other services	0.096 (0.060)	0.076 (0.127)	0.090 (0.068)
Manufacturing	-0.002 (0.048)	-0.140 (0.119)	0.019 (0.052)
Research	0.032 (0.047)	0.015 (0.109)	0.029 (0.053)
Transportation Services	-0.134* (0.075)	-0.197 (0.185)	-0.113 (0.083)
Wholesale or retail trade	-0.155 (0.107)	-0.416 (0.261)	-0.124 (0.119)
	Number of employees		
Under 10 employees	0.330***	0.487***	0.274***

	(0.052)	(0.117)	(0.058)
10-24 employees	0.138**	-0.083	0.186***
	(0.054)	(0.119)	(0.061)
25-99 employees	0.029	0.003	0.020
	(0.043)	(0.099)	(0.048)
100-499 employees	0.020	-0.038	0.019
	(0.037)	(0.082)	(0.041)
500-999 employees	-0.055	-0.174	-0.024
	(0.052)	(0.113)	(0.058)
1000-4999 employees	-0.031	-0.153**	-0.008
	(0.033)	(0.078)	(0.037)
	Main work activity		
Accounting, finance	0.033	0.078	0.031
	(0.108)	(0.225)	(0.124)
Applied research	0.115**	0.065	0.129*
	(0.057)	(0.113)	(0.067)
Basic research	0.188**	0.245*	0.173*
	(0.077)	(0.148)	(0.090)
Computer	-0.044	-0.120	-0.024
	(0.064)	(0.138)	(0.074)
Development	0.077	0.002	0.102
	(0.062)	(0.128)	(0.072)
Design	-0.034	-0.221	-0.001
	(0.070)	(0.162)	(0.080)
Employee relations, recruiting	-0.044	-0.119	0.023
	(0.124)	(0.230)	(0.148)
Management	0.166***	0.209	0.161**
	(0.064)	(0.130)	(0.074)
Production	-0.418***	-0.348	-0.421***
	(0.123)	(0.369)	(0.133)
Services	-0.034	-0.019	-0.040
	(0.065)	(0.122)	(0.078)
Marketing, purchasing	-0.129*	0.219	-0.187**
	(0.078)	(0.183)	(0.088)
Quality or productivity management	-0.224**	-0.084	-0.266**
	(0.096)	(0.199)	(0.111)
Teaching	0.291*	0.429	0.193
	(0.166)	(0.329)	(0.195)
	Alternative work arrangements		
Employer contracted out another organ.	-0.054	-0.150	-0.025
	(0.048)	(0.111)	(0.054)
Working from home more than 50% of time work	0.220***	0.132	0.260***
	(0.060)	(0.126)	(0.069)
Temporary	0.003	0.222	-0.060
	(0.089)	(0.188)	(0.102)
Self employed	0.098*	0.077	0.082
	(0.053)	(0.112)	(0.060)
Job sharing	-0.168	-0.021	-0.241
	(0.187)	(0.458)	(0.207)
Working through a temporary or employment agency	-0.455***	-0.676**	-0.316*
	(0.155)	(0.274)	(0.190)
Some other alternative work arrangements	-0.219**	-0.187	-0.248**
	(0.101)	(0.174)	(0.124)
μ_1	1.451***	1.574**	1.437***
	(0.178)	(0.673)	(0.191)
μ_2	2.155***	2.260***	2.149***
	(0.179)	(0.674)	(0.192)
-2 ln L	21968.25	4441.53	17455.45
Nombre d'observations	11300	2316	8984

Source: SDR 1997. Estimation ML de modèles probit ordonnés (voir texte pour plus de précisions). Coefficients estimés avec erreurs-type entre parenthèses. * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

En résumé, éléments pécuniaires – rémunération absolue et relative – et non pécuniaires – durée du travail, secteurs d'emploi, activités principales, sécurité de l'emploi, genre, contexte familial... – se combinent pour expliquer la satisfaction au travail des docteurs aux Etats-Unis. Avec les données individuelles du *Survey of Doctorate Recipients* de la NSF utilisées, nous avons en particulier montré que la satisfaction au travail exprimée par un individu est grandement influencée par son activité de R&D. Permettons-nous d'être un peu schématique et simplificateur pour résumer les conclusions auxquelles nous sommes parvenus. Les docteurs dont l'activité principale consiste en de la recherche fondamentale ou de la recherche appliquée ont en moyenne une satisfaction plus grande, toutes choses égales par ailleurs. Mais cet effet positif sur la satisfaction est en quelque sorte compensé par un écart salarial en défaveur des chercheurs. Cette moindre rémunération relative des chercheurs – et c'est bien au sens relatif qu'il faut l'entendre, c'est-à-dire par rapport à des individus possédant des caractéristiques similaires – est source d'insatisfaction et vient clairement diminuer la satisfaction des chercheurs. Les docteurs travaillant dans le secteur privé et dont l'activité principale se rapproche de l'activité traditionnelle aux universitaires et aux chercheurs publics (recherche fondamentale) ont une satisfaction clairement plus importante que les docteurs du secteur privé déclarant d'autres activités principales. La prise en compte de l'écart salarial relatif ne vient pas annuler cet effet ; l'effet compensatoire n'est donc pas total pour les chercheurs du secteur privé. Il conviendra de vérifier, sur les données françaises plus complètes dont nous disposons, si on retrouve des effets similaires de l'activité de R&D sur la satisfaction. On va également tenter de vérifier si les docteurs du secteur « intermédiaire » se distinguent du point de vue de la satisfaction au travail des docteurs des deux autres secteurs, ce qui était impossible avec les données américaines dont nous disposons, sauf à considérer séparément les effets de quelques variables caractéristiques du secteur « intermédiaire » comme par exemple le fait d'appartenir au secteur académique, le fait d'avoir un emploi à durée limitée et d'avoir majoritairement une activité de recherche fondamentale.

3.1.3. Le cas des docteurs français : étude de la satisfaction à partir des données de l'enquête Irédu (2001)

Dans une première section (3.1.3.1.), nous effectuons une présentation des variables utilisées ainsi que de quelques résultats de base sur la satisfaction au travail exprimée par les jeunes scientifiques français, à l'aide des données de notre base Irédu (2001).

Puis, dans une deuxième section (3.1.3.2.), nous entreprenons une analyse économétrique relativement des déterminants de la satisfaction à partir de l'ensemble des docteurs de l'échantillon, qu'ils soient chercheurs ou non.

Enfin, la dernière section (3.1.3.3.), présente des estimations réalisées sur un sous-échantillon de la base de données initiale, celui des chercheurs.

3.1.3.1. Présentation sommaire des variables de satisfaction et de quelques résultats sur la satisfaction

Dans notre enquête, il était demandé aux docteurs s'ils avaient effectivement trouvé un emploi correspondant à leurs attentes. C'est la réponse à cette dernière question que nous interpréterons comme témoin de la satisfaction avec l'emploi actuel.⁷⁰⁷

Le principal problème dans cette mesure est bien évidemment la reconstruction de la réalité puisque notre questionnaire interrogeait les individus de nombreuses années après leur thèse.⁷⁰⁸ Néanmoins, ce problème est une difficulté générale, difficulté qu'il n'est pas envisageable de traiter ici, de la plupart des enquêtes sociales qui demandent aux individus d'émettre des opinions qui mêlent passé, présent et futur.

Notre questionnaire demandait également aux anciens thésards pourquoi ils n'avaient pas pu trouver l'emploi désiré, avec quatre réponses possibles :

- Pour des raisons personnelles telles qu'un mariage ou une naissance.
- A cause d'un changement dans les projets professionnels.
- Par impossibilité réelle à trouver l'emploi désiré⁷⁰⁹.
- Pour une autre raison, avec l'intitulé en clair.

⁷⁰⁷ Il s'agit donc ici d'une variable dichotomique, contrairement aux données américaines pour lesquelles on disposait d'une variable discrète ordinale.

⁷⁰⁸ Les individus ont certainement tendance à adapter leur réponse en fonction de leur situation actuelle de telle manière à réduire l'écart entre perceptions antérieures et réalité actuelle, réponses qui risquent alors de ne pas refléter ce qu'ils pensaient *réellement* – et encore faudrait-il donner un sens précis à ce terme – au début de leur thèse.

⁷⁰⁹ Cette proposition un peu sybilline visait à tenir compte des difficultés concrètes de recrutement dans certaines disciplines à l'université et au CNRS par manque de postes ouverts au concours.

63% des docteurs déclarent avoir trouvé un emploi correspondant à leurs attentes, avec des proportions élevées en mathématique-informatique et en physique (Tableau 147). Les individus qui souhaitaient devenir enseignants-chercheurs ou chercheurs dans un grand organisme de recherche publique en début de thèse déclarent être moins satisfaits avec leur emploi actuel que ceux qui souhaitaient travailler dans la recherche privée, à l'exception des docteurs en biologie ; mais il faut noter que seulement 18% des biologistes envisageaient de travailler dans le secteur privé.

Tableau 147. Proportion d'individus ayant trouvé un emploi correspondant à leurs attentes selon la discipline et le secteur d'emploi souhaité au début du doctorat (%).

	Physique	Chimie	Biologie	Maths	Total
A effectivement trouvé un emploi correspondant à ses attentes	77	67	47	78	63
Selon la carrière envisagée au début du doctorat					
Académique	68	61	47	76	58
Recherche, secteur privé	93	86	37	86	78
Ne savait pas exactement	60	82	52	78	66

Source : enquête Irédu 2001. La ligne « hors recherche » ne figure pas dans le tableau vu le faible effectif de cette catégorie.

71% des individus qui n'ont pas trouvé un emploi correspondant à leurs attentes déclarent qu'il a été impossible pour eux de trouver l'emploi désiré, 22% ont changé leurs projets professionnels et 9% avancent des raisons personnelles (Tableau 148). Selon le secteur d'emploi souhaité au début du doctorat, on constate que 76% des docteurs qui privilégiaient le secteur de la recherche publique dans leur carrière professionnelle déclarent qu'il a été effectivement impossible de trouver un tel emploi, contre 58% des docteurs qui envisageaient une carrière dans le secteur privé.

En raisonnant sur l'ensemble de l'échantillon – jusque là on ne considérait que les docteurs n'ayant pas trouvé un emploi correspondant à leurs attentes, et on a vu que cette proportion varie beaucoup selon le secteur privilégié en début de thèse – on voit alors que 39% des docteurs de l'échantillon qui envisageaient de travailler dans le secteur public de recherche ou à l'université déclarent n'avoir pas trouvé un emploi correspondant à leurs attentes faute de la disponibilité d'un tel emploi. C'est le cas de seulement 15% des docteurs qui privilégiaient une carrière de chercheur dans le secteur privé.

Tableau 148. Raisons avancées par les individus n'ayant pas trouvé un emploi correspondant à leurs attentes selon le secteur envisagé au début du doctorat (%).

	Académique	Privé, recherche	Total
N'a pas pu trouver l'emploi désiré	76	58	71
A changé ses plans professionnels	19	32	22
Raisons personnelles	9	8	9

Source : enquête Irédu 2001. Les totaux en colonne ne font pas 100, des choix multiples étant possibles et une catégorie autres motifs (intitulé à donner en clair) étant disponible.

Mais la satisfaction avec l'emploi dépend de nombreux autres facteurs, et en particulier de facteurs liés au secteur et à la nature de l'emploi possédé. En reprenant la typologie des quatre types d'emplois que nous avons utilisée précédemment⁷¹⁰, on constate que 91% des docteurs qui ont un emploi d'enseignant-chercheur ou de chercheur dans la recherche publique se montrent satisfaits de leur emploi (première ligne du Tableau 149). Par contre, la proportion d'individus satisfaits est plus faible dans les autres secteurs d'emploi, notamment dans le secteur intermédiaire, et davantage encore, ce qui n'est pas surprenant, pour les docteurs qui ne sont pas chercheurs.⁷¹¹

Si les perceptions individuelles de l'emploi actuel, caractérisées très grossièrement ici par le secteur d'emploi, et les attentes, appréhendées ici par les perspectives de carrières envisagées en début de thèse, ont des effets sur la satisfaction dans l'emploi, la mise en relation des deux peut certainement enrichir notre compréhension de la satisfaction au travail.

Avec cette approche, les taux de satisfaction les plus élevés s'observent pour les individus dont emploi souhaité et emploi actuel sont identiques ou proches. Ainsi, 97% des chercheurs académiques qui souhaitaient justement travailler à l'université ou dans la recherche publique se déclarent satisfaits avec leur emploi actuel. Il en est de même pour les docteurs actuellement chercheurs dans le secteur privé et qui souhaitaient obtenir un tel emploi à l'issue de leur thèse puisqu'ils ont un taux de satisfaction de 94%. En revanche, les pourcentages « hors diagonale », qui représentent les individus pour lesquels attentes et situation actuelle ne correspondent pas, ou mal, sont bien plus faibles, avec respectivement 80% pour les chercheurs universitaires et 50% pour les chercheurs du secteur privé. Ce

⁷¹⁰ On peut retrouver cette typologie dans le chapitre 2, section « 2.2.1.2. Les emplois des docteurs selon l'enquête Irédu 2001 » p. 236.

⁷¹¹ Et encore, la majorité des docteurs appartenant à cette catégorie ont des emplois « qualifiés » dans notre enquête tels que cadres ou ingénieurs. Mais la correspondance de ces emplois avec le niveau de diplôme doctoral ou la discipline du doctorat est parfois faible ce qui peut expliquer le taux de satisfaction, faible, qui est observé.

dernier chiffre signifie que seulement 50% des docteurs qui sont actuellement chercheurs dans le secteur privé et qui souhaitaient, au début de leur thèse, travailler à l'université ou dans la recherche publique, considèrent finalement qu'ils ont trouvé un emploi correspondant à leurs attentes. Ce taux est bien plus faible que les 80% d'enseignants-chercheurs du secteur académique qui privilégiaient une carrière dans le secteur privé au début de leur doctorat mais qui finalement se disent satisfaits avec leur emploi actuel.

Les chercheurs du secteur intermédiaire qui souhaitaient avoir un emploi à l'université ou dans la recherche publique ont un taux de satisfaction de 58%, plus élevé que celui des chercheurs du secteur privé, mais bien inférieur aux enseignants-chercheurs et chercheurs publics, ayant les mêmes aspirations.⁷¹² S'ils envisageaient plus particulièrement une carrière de chercheur dans le secteur privé, leur taux de satisfaction est plus faible que celui des individus des deux autres catégories aux aspirations identiques. Les chercheurs du secteur intermédiaire les plus satisfaits sont en fait ceux qui n'avaient pas une idée bien arrêtée sur leur carrière future ; ils se montrent alors aussi satisfaits que les chercheurs de la sphère publique (dont les aspirations n'étaient pas mieux définies).

La satisfaction des docteurs qui ont un emploi hors recherche ne semble en revanche pas être affectée (significativement) par leurs aspirations, publiques ou privées, de carrières ; les plus satisfaits d'entre eux sont d'ailleurs ceux qui n'avaient pas de plans de carrière bien définis.

Ces quelques données de base montrent ainsi que les aspirations des individus, quand elles sont mises en perspective par rapport à leurs situations actuelles, semblent être un fort déterminant de la satisfaction dans l'emploi du moment. En particulier, les aspirations à être chercheurs ou enseignants-chercheurs à l'université ou dans la recherche publique, quand elles ne sont pas satisfaites, sont source d'insatisfaction dans l'emploi.

⁷¹² Ce taux peut s'expliquer en partie par des aspirations non satisfaites, pour l'instant, mais aussi par l'espoir de voir ces aspirations se matérialiser dans le futur ; une bonne partie de ces individus sont en effet dans des situations post-doctorales, sous une forme ou sous une autre. Certains enquêtés soulignaient d'ailleurs cela dans les réponses données en clair aux questions ouvertes, qui sont du style « pas encore trouvé un emploi qui me convient ! » ou « espère toujours être MCF ».

Tableau 149. Proportion d'individus satisfaits de leur emploi selon la carrière envisagée en début de thèse et le secteur d'emploi actuel (%).

	Est chercheur dans le secteur académique	Est chercheur dans le secteur privé	Est chercheur, dans le secteur intermédiaire	A un emploi hors recherche
Ensemble	91	75	68	43
Voulait travailler à l'université	97	50	58	37
Voulait secteur recherche privée	80	94	74	44
Ne savait pas	82	69	83	50

Source : enquête Irédu 2001. Lecture : 50% des docteurs qui sont actuellement chercheurs dans le secteur privé et qui souhaitaient, au début de leur thèse, travailler à l'université ou dans la recherche publique, considèrent finalement qu'ils ont trouvé un emploi correspondant à leurs attentes.

3.1.3.2. Résultats des estimations I : ensemble de l'échantillon des docteurs, chercheurs et non chercheurs

A. Procédures générales d'estimation

Nous modélisons la satisfaction avec l'emploi actuel en fonction d'un certain nombre de variables.⁷¹³ La première étape consiste à estimer un modèle probit simple⁷¹⁴ :

$$S_i^* = \beta' \mathbf{x}_i + \varepsilon_i, \quad \varepsilon_i \sim N(0,1)$$

où S_i^* est une variable latente inobservable. La variable dépendante observée S_i , qui décrit la satisfaction des individus, est telle que :

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

$S_i = 1$ si l'individu est « plutôt satisfait » de son emploi et $S_i = 0$ sinon. \mathbf{x}_i est le vecteur des variables explicatives et β le vecteur des paramètres à estimer. ε_i est le terme d'erreur

Les variables indépendantes sont de plusieurs ordres :

- Des variables sociodémographiques : sexe, vie en couple, baccalauréat possédé.

⁷¹³ Nous reprenons l'équation présentée dans le schéma théorique en l'adaptant à nos données (cf. section « 3.1.1.1. Une brève mise en perspective historique : de l'intérêt tardif des économistes pour les notions de bien-être et de satisfaction au travail », p. 457). La variable expliquée est ici la satisfaction et non pas le bien-être et nous ne disposons que de données individuelles et pas de données de panel.

⁷¹⁴ Nous ne disposons ici que d'une variable dichotomique pour décrire la satisfaction, contrairement aux données américaines pour lesquelles nous avons une variable polytomique ordonnée.

- Des variables relatives à la thèse, essentiellement la discipline du doctorat. D'autres variables ont été testées telles que l'orientation des recherches en thèse sans qu'elles ne soient jamais significatives.
- Des variables relatives à l'emploi :
 - Le type d'emploi ; nous avons synthétisé ici la nature de l'emploi en utilisant nos trois modalités traditionnelles : enseignants-chercheurs ou chercheurs au CNRS, chercheurs ou ingénieurs de recherche dans le secteur privé, chercheurs dans le secteur intermédiaire. La référence est donc constituée des individus qui ne sont pas chercheurs.
 - Quelques caractéristiques plus précises de l'emploi ; plusieurs variables ont été testées ici telles que la nature des recherches et du contrat de travail. Mais nos variables synthétiques du type d'emploi rendaient ces variables non significatives et posaient parfois problème (colinéarité). En définitive, une seule variable est maintenue ici : si l'individu est à temps partiel ou non.
 - Le salaire obtenu (niveau absolu du salaire) et différents indicateurs d'écart salarial pour tenter de prendre en compte l'effet de comparaison de salaire (salaire relatif).
- Enfin, des variables pour tenir compte des attentes en termes de carrières et de l'écart entre perspectives de carrières et réalisations.

Après avoir fait tourner de très nombreux modèles, nous présentons les résultats de 5 modèles dans le Tableau 155 (p. 526).

Le premier modèle prend seulement en compte des variables sociodémographiques et les variables de description de l'emploi.

Le second modèle y ajoute des variables de perspectives de carrières, mises en rapport avec les réalisations de carrières (l'emploi actuel). Il faut en effet construire des variables

croisées pour mettre en relation les attentes et les réalisations.⁷¹⁵ 6 variables croisées ont été construites⁷¹⁶, la première variable décrivant l'emploi actuel (E), la seconde les attentes en termes de carrières (A)⁷¹⁷ :

- 'ECNRS x ACNRS' représente un individu actuellement enseignant-chercheur ou chercheur dans un grand organisme public de recherche et qui envisageait, au début de sa thèse, une carrière à l'université ou dans la recherche publique.
- 'ECNRS x APRIVE' correspond à un individu actuellement enseignant-chercheur ou chercheur public et qui souhaitait une carrière de chercheur dans le secteur privé.
- 'EPRIVE x ACNRS' est de façon similaire un individu aujourd'hui chercheur dans le secteur privé et qui envisageait plus particulièrement une carrière au CNRS ou à l'université.
- 'EPRIVE x APRIVE' est de même un chercheur dans le secteur privé et qui souhaitait justement une carrière dans la recherche privée.
- 'EINTER x ACNRS' correspond à un individu possédant actuellement un emploi dans le secteur intermédiaire et qui souhaitait une carrière dans la recherche publique ou universitaire.
- Enfin, 'EINTER x APRIVE' est un individu en emploi dans le secteur intermédiaire et qui souhaitait une carrière dans le secteur privé de recherche.

Les variables 'ECNRS x ACNRS' et 'EPRIVE x APRIVE' correspondent donc aux individus qui ont eu la chance de voir leurs attentes en termes de carrières se réaliser. Les autres variables représentent par contre les docteurs dont la carrière envisagée au début du

⁷¹⁵ L'introduction séparée des réalisations de carrières (emploi actuel) et des attentes en termes de carrières n'a pas de sens puisque, comme nous l'avons vu au niveau théorique, et au niveau empirique lors de la présentation des statistiques descriptives, ce qui est susceptible de jouer sur la satisfaction au travail c'est l'écart entre ces deux variables (dissonance cognitive). Quand les variables de carrières souhaitées étaient introduites sans utiliser les variables croisées, elles n'avaient d'ailleurs pas d'effet significatif.

⁷¹⁶ Compte tenu du fait que les réponses aux questions de perspectives de carrières n'étaient pas mutuellement exclusives les unes des autres, la construction de ces variables n'est pas, en toute rigueur, satisfaisante et peut poser quelques problèmes lors de l'estimation. Néanmoins, le nombre limité de double réponse « public / privé » en amoindrit l'impact.

doctorat n'a pas été satisfaite. Selon les hypothèses avancées dans la partie théorique, on peut s'attendre à ce que les deux premières variables croisées aient un signe positif (augmentent la probabilité d'être satisfait avec l'emploi actuel) alors que les deux suivantes sont susceptibles d'avoir un signe négatif. L'effet des deux dernières variables est en revanche plus incertain.

Le troisième modèle prend en compte l'effet salarial avec l'introduction du salaire et du carré du salaire observé pour le dernier mois de l'emploi pour lequel la satisfaction est renseignée.

Le quatrième modèle tient compte du phénomène de comparaisons de salaires entre individus.⁷¹⁸ L'indicateur utilisé est le résidu obtenu à l'aide de l'estimation d'équations de salaire du style :

$$\ln w_i = \alpha' \mathbf{v}_i + \eta_i \quad \eta_i \sim N(0, \sigma^2)$$

où w_i est le salaire observé, \mathbf{v}_i le vecteur des variables explicatives, α le vecteur des paramètres à estimer et η_i le terme d'erreur. La section suivante apporte des précisions sur les résultats des estimations des équations de salaire et tente de corriger pour la présence d'un éventuel effet de sélection qui pourrait biaiser les résultats.

On peut en effet supposer que l'individu va se comparer à ses pairs, représentés ici par les individus ayant les mêmes « caractéristiques » que lui. Le salaire estimé à l'aide de l'équation de salaire \hat{w}_i permet donc de représenter ce à quoi peut potentiellement prétendre un individu ayant les caractéristiques moyennes présentes dans l'équation. Et le résidu de l'équation, écart entre le salaire observé et le salaire simulé, soit $\hat{r}_i = w_i - \hat{w}_i = w_i - \exp(\mathbf{v}_i' \hat{\alpha})$, peut alors représenter une mesure du niveau du salaire relatif de l'individu en question. Pour un écart positif on pourra dire que l'individu en question est « relativement bien payé » (compte tenu de ses caractéristiques et comparativement à l'ensemble des individus présentant des caractéristiques similaires). A un écart négatif correspondra un individu relativement mal payé. On s'attend alors à ce que le coefficient γ de cet écart salarial ait un signe positif dans la nouvelle équation de satisfaction estimée, qui est de la forme :

⁷¹⁷ On combine au niveau individuel les variables des deux questions de notre questionnaire dont les résultats ont été présentés dans le Tableau 149.

⁷¹⁸ La procédure est identique aux estimations sur données américaines. Cf. section « 3.1.2.2. Les techniques d'estimations utilisées », p. 466.

$$S_i^* = \beta' \mathbf{x}_i + \hat{\gamma}_i + u_i \quad u_i \sim N(0,1)$$

Le cinquième et dernier modèle de satisfaction inclut, à la place du résidu de l'équation de salaire, deux variables dichotomiques pour prendre en compte l'écart salarial. En effet, un problème de colinéarité risque d'apparaître avec la manière dont nous avons construit notre indicateur d'écart salarial dans le modèle 4, bien que le phénomène de colinéarité potentiel soit limité par le fait que la variable dépendante de l'équation de salaire n'est pas le salaire lui-même mais le log du salaire ; le salaire estimé ou le résidu prend donc en compte l'exponentiel du salaire simulé, transformation non linéaire qui limite le problème de colinéarité. Néanmoins, il est très vraisemblable que ce problème persiste puisqu'une partie des vecteurs des variables explicatives de l'équation de salaire et de l'équation de satisfaction est semblable. Une autre façon de tenir compte de cet écart salarial est d'utiliser des variables indicatrices mesurant si les individus sont « plus ou moins bien payés ». Le revers de la médaille est une perte d'information, puisque nous transformons l'information contenue dans une variable continue en un certain nombre de modalités discrètes (ici trois). Un second problème potentiel tient à la sensibilité de ces variables aux seuils utilisés. Nos deux variables (trois modalités) ont été définies comme suit :

$$WELLP1_i = \begin{cases} 1 & \text{si } w_i - \hat{w}_i > 3000 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$
$$WELLP2_i = \begin{cases} 1 & \text{si } -1000 < w_i - \hat{w}_i \leq 3000 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

Moins schématiquement :

- La variable $WELLP1$ ⁷¹⁹ est une variable indicatrice prenant la modalité 1 pour les individus dont le salaire observé est supérieur de plus de 3000 F au salaire estimé à partir de l'équation de salaire, et 0 sinon.
- La variable $WELLP2$ est une indicatrice égale à 1 si le salaire observé est inférieur au salaire estimé auquel on ajoute 3000 F et supérieur au salaire estimé duquel on retranche 1000 F.

⁷¹⁹ De l'anglicisme « well-paid »...

- La modalité de référence correspond donc à un individu dont le salaire observé est inférieur de plus de 1000 F au salaire simulé.

Intuitivement, *WELLP1* représente un individu très bien payé par rapport à ce à quoi il peut prétendre compte tenu de ses caractéristiques. *WELLP2* correspond à un individu assez bien payé. La référence est donc constituée des individus relativement mal payés.

L'équation de satisfaction estimée est donc de la forme :

$$S_i^* = \beta' \mathbf{x}_i + \omega \text{WELLP1}_i + \xi \text{WELLP2}_i + u_i \quad u_i \sim N(0,1)$$

On peut donc s'attendre à ce que les coefficients de *WELLP1* et *WELLP2* dans l'équation de satisfaction soient positifs et significatifs et que le coefficient de *WELLP1* soit plus élevé que celui de *WELLP2*.

Différents seuils « raisonnables » ont été testés, sans plus de fondements que les essais empiriques qui ont été effectués par les ré-estimations successives de l'équation de satisfaction avec les nouvelles valeurs de *WELLP1* et *WELLP2*. De plus nombreuses variables dichotomiques ont également été testées (cinq variables par exemple) mais avec relativement moins de succès.

Avant d'aborder les estimations des équations de satisfaction, nous allons présenter et discuter plus précisément les résultats des estimations des équations de salaire.

B. Les estimation des équations de salaire : les déterminants du salaire des docteurs

Les salaires nets en francs⁷²⁰ pour l'emploi actuel sont présentés dans le Tableau 150. Ce sont les chercheurs du secteur privé qui gagnent sans surprise le plus. Par comparaison, les enseignants-chercheurs et les chercheurs au CNRS gagnent près de 28% de moins. Les rémunérations moyennes des femmes sont systématiquement inférieures à celles des hommes selon notre typologie, de 10% à 22% de moins selon la catégorie considérée.

Il est difficile de comparer les salaires des chercheurs, notamment du secteur intermédiaire, aux salaires perçus par les post-doctorants puisque, parmi d'autres facteurs, les années d'observations, les structures par âges et les structures disciplinaires des deux

⁷²⁰ Il s'agit des salaires nets en francs et pour les individus en emploi à l'étranger, nous avons procédé comme pour les salaires des post-doctorants, nous avons converti au taux de change moyen en PPA.

populations sont différentes. Néanmoins, on peut constater que les post-doctorants restés en France gagnent moins de 10 000 F (Tableau 136, p. 445) alors que les chercheurs du secteur intermédiaire ont une rémunération proches de 13 000 F. La différence est certainement modeste compte tenu des différences d'âge, d'expérience et de localisation (dans la base de données, quelques individus du secteur intermédiaire exercent à l'étranger et ont donc un revenu bien supérieur).

Tableau 150. Salaires nets moyens des docteurs français, par secteur (en francs).

	Académique	Privé, recherche	Intermédiaires	Non chercheurs
Hommes	13492	17080	13621	12610
Femmes	11949	15500	11662	10254
Ensemble	13042	16692	12761	11282

Source : enquête Irédu 2001.

Pour expliquer les salaires individuels, nous présentons dans un premier temps (a) les estimations des équations de salaire sans sélection. Dans un second temps (b), nous montrons que les variables relatives au post-doctorat peuvent poser un problème de sélection important qu'il convient de traiter faute de quoi les estimations simples fournies risquent d'être biaisées, ce qui, dans un second temps, peut également biaiser les résultats des équations de satisfaction qui seront fournies dans la section suivante.

a) Équations de salaire sans sélection

Nous proposons l'estimation de 7 équations de salaire dans le Tableau 151 (p. 512). Elles reprennent les principales variables susceptibles d'être utilisées par les individus pour se comparer à leurs pairs.

L'équation 1 prend en compte des variables explicatives de base : le sexe, l'âge (et son carré), la possession d'un diplôme d'ingénieur ou non, la discipline de la thèse et trois caractéristiques simples de l'emploi possédé⁷²¹ : le fait d'être en CDD ou non, le fait d'avoir un travail à temps partiel, la durée dans l'emploi et son carré et la localisation de l'emploi (à l'étranger, en région parisienne et en France dans une autre région, la référence).

⁷²¹ Il est en effet toujours délicat et controversé d'introduire les caractéristiques de l'emploi dans les équations de salaires, même si on a affaire ici à des individus qui possèdent un même niveau de diplôme.

L'équation 2 tient compte en outre du « secteur d'emploi » à l'aide de notre typologie dans laquelle nous distinguons quatre types d'emplois : les individus employés comme enseignants-chercheurs à l'université et chercheurs dans la recherche publique, les chercheurs du secteur privé, les chercheurs du secteur intermédiaire et les emplois hors recherche (la référence ici).

L'équation 3 ajoute les variables de financements de thèse. Nous avons testé différentes combinaisons de financements et n'avons retenu finalement que les deux modalités significatives : les allocataires et les allocataires-moniteurs, la référence étant donc constituée par les individus ayant eu d'autres financements en thèse.

Dans l'équation 4 on introduit une variable dichotomique pour la réalisation éventuelle d'un post-doctorat.

L'équation 5 tient compte de la localisation du post-doctorat.

Dans ces deux dernières équations, nous n'avons pas retenu les variables de financements de la thèse pour éviter que se manifeste un éventuel effet perturbateur sur les coefficients estimés.

Les équations 6 et 7 sont identiques aux équations 4 et 5 mais elles incluent également les variables de financements.

Commentons les principaux résultats de ces équations de salaire.

Dans le modèle 1, qui ne tient compte que de caractéristiques basiques de l'emploi possédé – temps dans l'emploi, localisation, contrat de travail – on voit que la discipline de la thèse exerce un effet prononcé sur le salaire, les docteurs en physique-SPI et en informatique ayant une rémunération bien plus élevée (+17%) que les docteurs diplômés des sciences de la terre et des mathématiques (la référence) ; les chimistes auraient également selon cette équation une rémunération supérieure (d'environ 10%), mais la significativité de cette variable est bien plus faible. En revanche, dès que de plus nombreuses caractéristiques sont introduites dans les équations, l'effet disciplinaire diminue. C'est ainsi, par exemple, que dans le modèle 7, seuls les informaticiens conservent un avantage salarial prononcé (+14%) sur les autres disciplines, le coefficient relatif à la physique étant plus faible (10%) et beaucoup moins significatif, le coefficient de la chimie n'étant, lui, absolument plus significatif.

Contrairement à ce que pouvait laisser penser le tableau croisé précédent sur les rémunérations par discipline et par sexe, les femmes de notre échantillon ne semblent pas gagner moins que les hommes, toutes choses égales par ailleurs, puisque la variable sexe n'a d'effet significatif dans aucun des modèles.

La série du bac, sans effet significatif, n'a pas été conservée dans les modèles estimés ici. Ce résultat est différent de celui que nous avons obtenu lors de l'estimation des équations de salaire pour les post-doctorants.⁷²² On avait en effet constaté que le fait d'être titulaire d'un bac C augmentait la rémunération d'environ 7,5% toutes choses égales par ailleurs. Cette différence s'explique probablement par le fait que les rémunérations pour l'emploi actuel sont davantage standardisées (les postes de MCF et de CR obéissent à des grilles de salaires précises) que celles, plus variables, des post-doctorants, et singulièrement celles des post-doctorants à l'étranger.

La variable « en couple » n'a pas davantage d'impact sur le salaire. Ce résultat est une nouvelle fois différent de celui obtenu sur les rémunérations des post-doctorants pour lesquels on observait un léger impact négatif (-6%), mais peu significatif, du fait de vivre en couple. Cette fois, cette divergence dans les résultats peut sans nul doute se comprendre en se rappelant que le statut matrimonial avait un impact sur la mobilité internationale en post-doctorat, les femmes vivant en couple ayant tendance à être moins mobiles internationalement. Il est donc également possible de trouver un impact négatif de la variable en couple sur la rémunération en post-doctorat même si la localisation du post-doctorat est effectivement contrôlée dans les modèles ; il reste en effet une certaine variabilité dans les rémunérations potentiellement non expliquée par la typologie des lieux des post-doctorats en trois catégories qui a été adoptée.

La non significativité des deux variables précédentes – série du bac et statut « matrimonial » – peut également être expliquée par le plus grand nombre de variables explicatives prises en compte ici, comparativement à celui des modèles sur la population des post-doctorants, et par la spécificité de la population étudiée ici, notamment en termes d'âge. On se situe en effet au début de la carrière des docteurs, or on sait que la construction des différences de salaires, notamment sexuées et sociales, se fait progressivement en cours de carrière.

⁷²² Cf. section « 2.2. Les rémunérations des post-doctorants », p. 444.

L'âge exerce un léger effet quadratique⁷²³ sur le salaire. Le salaire minimal est observé autour de 33 ans puis progresse à mesure que l'âge augmente.⁷²⁴

Les variables de base relatives à l'emploi possédées présentes dans tous les modèles – CDD, temps partiel, durée dans l'emploi, localisation – ont des coefficients qui varient relativement peu d'un modèle à l'autre.

Les (rares) individus à temps partiel gagnent en moyenne environ 50% de moins que les individus à temps plein, ce qui est conforme à nos attentes.⁷²⁵

Les docteurs en CDD gagnent entre 11 et 12% de moins que les docteurs ayant un contrat à durée indéterminée. Cet effet doit être interprété avec prudence puisque nous tenons compte par ailleurs des variables de « secteur » d'emploi. Or la majorité des docteurs en CDD se trouvent dans la catégorie « secteur intermédiaire » que nous avons isolée. Il conviendra donc de réintégrer une partie de l'effet observé ici sur le salaire des docteurs de ce secteur.

Les docteurs qui ont un emploi en région parisienne gagnent 7-8% de plus que les docteurs qui ont un emploi ailleurs en France. Les docteurs à l'étranger ont, eux, une rémunération accrue d'environ 55 à 70%.⁷²⁶

On observe un effet quadratique de la durée dans l'emploi. Les salaires sont fortement progressifs en début de carrière – croissance à taux croissants – puis augmentent moins vite, pour enfin décroître. Ce profil est calculé toutes choses égales par ailleurs, notamment indépendamment donc de l'effet de l'âge. Quelques exemples de variations de salaires sur des durées d'emploi « raisonnables » (compte tenu des données dont nous disposons) peuvent être

⁷²³ Enfin, un effet croissant étant donné que dans notre échantillon, peu d'individus sont âgés de moins de 33 ans. Le salaire à 33 ans est le salaire de début de carrière, salaire qui au-delà est croissant. Mais cet effet est délicat à apprécier compte tenu de l'homogénéité de l'échantillon en termes d'âge et de la prise en compte de la durée dans l'emploi.

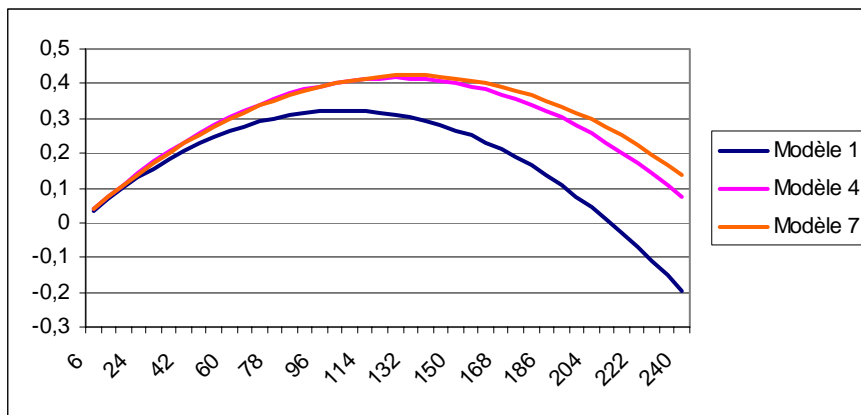
⁷²⁴ Les variables d'âge à la soutenance et du carré de l'âge à la soutenance avaient également des effets significatifs. L'âge optimal à la soutenance (rendant maximum le salaire au moment de l'enquête) serait ainsi de 28,7 ans.

⁷²⁵ En revanche on ne sait pas, d'une part, si ce travail à temps partiel est volontaire ou non et on ne connaît pas, d'autre part, le temps de travail exact des individus. Malgré tout, le coefficient de cette variable est extrêmement significatif dans tous les modèles. L'exclusion de l'échantillon des individus à temps partiel, qu'il est courant de pratiquer, ne modifierait qu'à la marge les coefficients estimés. Nous avons donc préféré les garder dans notre échantillon.

⁷²⁶ Dans notre base de données, la majorité des docteurs à l'étranger sont aux Etats-Unis. Rappelons que nous avons trouvé une différence de rémunération comparable, de près de 50%, entre post-doctorants français en France et post-doctorants français aux Etats-Unis. Cf. section « 2.2. Les rémunérations des post-doctorants », p. 444.

utiles. Par exemple, douze mois d'expérience ferait augmenter le salaire de 7% environ (très légèrement variable selon les modèles). Un individu possédant trois ans d'expérience gagnerait 18-20% de plus qu'un débutant, et à cinq ans le gain serait de 26-30%. L'effet de la durée dans l'emploi, toutes choses égales par ailleurs, est représenté, à titre indicatif, dans la Figure 52. Trois profils y sont présentés calculés à l'aide des équations 1, 4 et 7. La durée théorique optimale dans l'emploi serait donc comprise entre 9 et 11 ans selon le modèle considéré.

Figure 52. Effet de la durée dans l'emploi sur le salaire, toutes choses égales par ailleurs.



Source : enquête Irédu 2001. Durée en mois. Taux de croissance théorique calculé toutes choses égales par ailleurs à partir des estimations.

Le modèle 2 et les modèles suivants ajoutent à ces variables le « secteur » d'emploi des individus. Les docteurs qui sont chercheurs dans le secteur privé gagnent de 21% à 24% de plus que les docteurs qui n'ont pas d'emploi de chercheurs, toutes choses étant égales par ailleurs. Le taux correspondant est de 12% pour les chercheurs du secteur intermédiaire. Néanmoins, compte tenu de la remarque que nous faisons à propos de la variable CDD, il convient de retrancher à l'effet marginal de la variable « secteur intermédiaire » toute ou partie de l'effet marginal de la variable CDD. Autrement dit, cet écart de rémunération entre chercheurs du secteur intermédiaire d'une part, et enseignants-chercheurs et chercheurs publics d'autre part, au profit des premiers, peut être interprété pour la majeure partie comme une prime à la précarité. Les enseignants-chercheurs et les chercheurs de la recherche

publique ne gagnent pas significativement plus que les docteurs qui ont un emploi hors du secteur de la recherche.⁷²⁷

Les variables de financement de la thèse introduites dans le modèle 3 indiquent que les allocataires et les allocataires-moniteurs gagnent moins (autour de 7%) que les docteurs ayant eu d'autres sources de financement.⁷²⁸ La variable Cifre n'a jamais eu d'effet significatif, ce qui fut pour nous une certaine surprise mais qui peut s'expliquer par le fait que nous tenons compte par ailleurs du secteur d'emploi. En revanche, la variable « financement d'un autre organisme public » qui inclut les BDI avait parfois un effet significatif.⁷²⁹

A ce propos, les docteurs-ingénieurs semblent gagner légèrement plus que les non ingénieurs⁷³⁰, mais cette variable n'est pas significative dans certains modèles qui incluent les variables de financements de thèse (équations 3 et 6), mais elle l'est dans d'autres, notamment dans l'équation 7, la plus complète, où son effet (+5%) demeure légèrement significatif.

⁷²⁷ En dehors du modèle 2 où cette variable a un effet positif (+8%) significatif à 10%.

⁷²⁸ Les moniteurs ont une plus forte probabilité d'avoir un emploi d'enseignant/chercheur ou de chercheur public, ce qui peut expliquer en partie cet effet négatif de la variable monitorat, même si par ailleurs nous tenons compte du secteur d'emploi.

⁷²⁹ L'introduction de cette variable semble d'ailleurs diminuer la significativité de la variable ingénieur, ce qui n'est pas surprenant compte tenu de la forte colinéarité des deux vecteurs (c'est pour cela que nous ne l'avons finalement pas retenue ici).

⁷³⁰ Sur les questions de rentabilité de la thèse, notamment par rapport aux diplômés d'écoles d'ingénieurs et aux diplômés universitaires de troisièmes cycles (DEA, DESS), on lira utilement le papier de Giret, Perret et Recotillet (2003).

Tableau 151. Équations de salaire pour l'emploi actuel.

	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4	Modèle 5	Modèle 6	Modèle 7
Constante	11,308*** (1,820)	12,046*** (1,727)	11,885*** (1,727)	12,806*** (1,754)	12,912*** (1,736)	12,735*** (1,747)	12,764*** (1,731)
Sexe : féminin	-0,016 (0,030)	-0,002 (0,028)	-0,005 (0,028)	-0,010 (0,028)	-0,005 (0,028)	-0,012 (0,028)	-0,007 (0,028)
Docteur-ingénieur	0,076*** (0,028)	0,066** (0,027)	0,044 (0,028)	0,066** (0,027)	0,072*** (0,027)	0,041 (0,028)	0,048* (0,028)
Age	-0,128 (0,114)	-0,180* (0,108)	-0,166 (0,108)	-0,226** (0,110)	-0,231** (0,108)	-0,217** (0,109)	-0,217** (0,108)
Age au carré	0,0019 (0,002)	0,00270 (0,002)	0,0025 (0,002)	0,00334* (0,002)	0,00341** (0,002)	0,00320* (0,002)	0,00320* (0,002)
Discipline : physique	0,177*** (0,059)	0,123** (0,056)	0,113** (0,056)	0,129** (0,055)	0,117** (0,056)	0,119** (0,055)	0,109* (0,056)
Chimie	0,102* (0,060)	0,093 (0,057)	0,078 (0,057)	0,101* (0,057)	0,088 (0,057)	0,086 (0,057)	0,073 (0,057)
Sciences de la vie	0,040 (0,059)	0,038 (0,056)	0,027 (0,056)	0,037 (0,055)	0,026 (0,056)	0,026 (0,055)	0,016 (0,055)
Informatique	0,170** (0,070)	0,131** (0,066)	0,133** (0,066)	0,155** (0,066)	0,139** (0,066)	0,158** (0,066)	0,143** (0,066)
Financement : allocataire			-0,063** (0,029)			-0,073** (0,029)	-0,072** (0,029)
Allocataire- moniteur			-0,079** (0,036)			-0,083** (0,036)	-0,082** (0,036)
Secteur : académique		0,079* (0,045)	0,075 (0,046)	0,071 (0,045)	0,063 (0,045)	0,064 (0,045)	0,058 (0,045)
Privé, recherche		0,263*** (0,046)	0,243*** (0,047)	0,274*** (0,046)	0,262*** (0,046)	0,252*** (0,047)	0,243*** (0,047)
Intermédiaire		0,129** (0,051)	0,110** (0,051)	0,139*** (0,050)	0,130** (0,051)	0,117** (0,051)	0,112** (0,051)
CDD	-0,114*** (0,033)	-0,119*** (0,041)	-0,125*** (0,041)	-0,113*** (0,041)	-0,112*** (0,041)	-0,121*** (0,041)	-0,119*** (0,041)
Temps partiel	-0,716*** (0,081)	-0,667*** (0,077)	-0,674*** (0,077)	-0,666*** (0,077)	-0,674*** (0,076)	-0,672*** (0,077)	-0,680*** (0,076)
Durée dans l'emploi	0,00611*** (0,002)	0,00606*** (0,002)	0,00601*** (0,002)	0,00662*** (0,002)	0,00647*** (0,002)	0,00663*** (0,002)	0,00643*** (0,002)
Durée au carré	-0,0000289* (0,000)	-0,0000282* (0,000)	-0,0000280* (0,000)	-0,0000263 (0,000)	-0,0000252 (0,000)	-0,0000258 (0,000)	-0,0000244 (0,000)
Localisation de l'emploi actuel : Paris	0,072*** (0,027)	0,077*** (0,026)	0,080*** (0,026)	0,069*** (0,026)	0,072*** (0,026)	0,072*** (0,026)	0,076*** (0,026)
Etranger	0,526*** (0,054)	0,481*** (0,051)	0,496*** (0,051)	0,449*** (0,052)	0,436*** (0,053)	0,462*** (0,052)	0,448*** (0,052)
A fait un post-doc				0,078*** (0,029)		0,085*** (0,029)	
Post-doc : en France					0,022 (0,044)		0,032 (0,044)
En France, même labo					0,076 (0,048)		0,072 (0,048)
USA					0,119*** (0,041)		0,124*** (0,041)
Autre pays					0,082** (0,038)		0,096** (0,038)
ln L	4.817	28.3	31.38	30.9	34.1	34.8	37.9
ln L0	-118.9	-119.0	-119.1	-119.3	-119.0	-119.5	-119.1
R2	0.493	0.555	0.564	0.564	0.569	0.574	0.579
R2 ajusté	0.473	0.533	0.539	0.541	0.542	0.549	0.550
Nombre d'obs.	390	390	390	390	390	390	390

Source : enquête Irédu 2001. Variable dépendante : log du salaire de l'emploi principal. Coefficients estimés avec erreurs-types entre parenthèses. Référence pour la discipline : thèse en sciences de la terre et mathématiques. Référence pour le lieu d'emploi : en France, sauf région parisienne. * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

Le fait d'avoir entrepris un post-doctorat exercerait un effet positif sur la rémunération de 7-8% environ (modèles 4 et 6). Mais cet effet est différencié selon la localisation du post-

doctorat (modèles 5 et 7). La réalisation d'un post-doc en France n'a pas d'effet significatif.⁷³¹ L'effet d'un post-doctorat aux Etats-Unis augmente le salaire des docteurs de 11% alors qu'un post-doc effectué à l'étranger dans un autre pays augmente en moyenne la rémunération de 8-9%. Mais il convient de traiter le problème de sélection posé par les variables liées au post-doctorat, ce qui est fait dans la section suivante.

b) Équations de salaires avec sélection (traitement de l'effet de la localisation du post-doctorat) : est-il rentable de faire un post-doctorat ?

Nous avons démontré que le post-doctorat, ou plutôt sa localisation, a des effets sur les probabilités d'emploi. Nous avons vu en particulier que la réalisation d'un post-doctorat aux Etats-Unis diminuait, globalement, la probabilité d'avoir un poste académique.⁷³² Dans la section précédente nous venons de voir qu'un post-doctorat effectué à l'étranger, et en particulier aux USA, semble apporter un gain salarial net. Mais, les estimations précédentes posent différents problèmes économétriques qu'il convient de traiter ici.⁷³³

En effet, les équations de salaires simples que nous venons d'estimer ne tiennent pas compte du fait que les individus qui ont entrepris ou non un post-doctorat ont des caractéristiques inobservables qui sont potentiellement différentes et qui peuvent biaiser les coefficients estimés. Il est même probable que ces caractéristiques soient différentes selon la localisation du post-doc. Nous allons estimer des modèles d'effets pour traiter et mesurer le problème de la localisation du post-doctorat sur la rémunération individuelle.⁷³⁴

Pour cela, nous allons estimer des équations de salaire avec des structures de sélection bivariée.⁷³⁵ Dans les structures de sélection nous distinguons :

⁷³¹ Cela pourrait s'expliquer par la probabilité plus forte qu'ont les docteurs ayant fait un post-doc dans leur laboratoire de thèse d'intégrer la sphère académique.

⁷³² Cf. chapitre 2, section « B. L'effet du post-doctorat sur l'accès aux emplois académiques : le post-doc, un choix raisonné ? », p. 255.

⁷³³ Nous répondons ici indirectement à la question suivante : la réalisation d'un post-doctorat est-elle rentable en terme de rémunération obtenue à l'issue du post-doctorat ?

⁷³⁴ Nous avons estimé des modèles tenant compte uniquement du fait d'avoir fait un post-doctorat ou non à l'aide d'une structure de sélection probit simple. Les modèles ainsi estimés ne fournissaient pas de résultats franchement différents de ceux estimés sans sélection. Nous avons voulu en plus tenter de mesurer ici plus précisément l'effet de la localisation du post-doc sur la rémunération puisque les estimations précédentes semblaient fortement influencer celle-ci.

⁷³⁵ Nous avons regroupé les variables « post-doc aux USA » et « post-doc à l'étranger dans un autre pays » pour plusieurs raisons. D'une part les coefficients relatifs à ces deux variables ne sont pas significativement différents l'un de l'autre dans les estimations précédentes. D'autre part, il est intéressant de vouloir mesurer la rentabilité d'un post-doctorat à l'étranger, globalement, quelque soit sa localisation. Enfin, les estimations réalisées avec une structure de sélection trivariée ont parfois posé des problèmes, les variables présentes dans les équations de

- Les individus qui ont effectué un post-doctorat en France ; nous regroupons donc nos deux catégories précédemment utilisées qui distinguaient les post-docs selon qu'ils avaient effectué un post-doc dans leur laboratoire de thèse ou non.
- Les individus qui ont fait un post-doc à l'étranger ; nous regroupons donc les individus qui ont fait un post-doctorat aux Etats-Unis ou ailleurs dans le monde à l'exception de la France.

Plus schématiquement, les deux équations de sélection se présentent ainsi, la première modélisant la probabilité d'avoir effectué un post-doctorat en France et la seconde la probabilité d'avoir fait un post-doc à l'étranger :

$$z_{i1}^* = \mathbf{t}_{i1} \boldsymbol{\delta}_1 + \eta_{i1}$$

$$z_{i1} = \begin{cases} 1 & \text{si } z_{i1}^* > 0 \\ 0 & \text{si } z_{i1}^* \leq 0 \end{cases}$$

$$z_{i2}^* = \mathbf{t}_{i2} \boldsymbol{\delta}_2 + \eta_{i2}$$

$$z_{i2} = \begin{cases} 1 & \text{si } z_{i2}^* > 0 \\ 0 & \text{si } z_{i2}^* \leq 0 \end{cases}$$

L'équation de salaire s'écrit alors :

$$\ln w_i = \mathbf{v}_i \boldsymbol{\alpha} + \lambda_1 z_{i1} + \lambda_2 z_{i2} + \varepsilon_i$$

La distribution des erreurs de ce modèle, trivariée, est la suivante :

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_i \\ \eta_{i1} \\ \eta_{i2} \end{bmatrix} \sim N \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \sigma^2 & \rho_1 & \rho_2 \\ \rho_1 & 1 & \rho_{12} \\ \rho_2 & \rho_{12} & 1 \end{bmatrix} \right)$$

Avant d'aborder les résultats des estimations de l'équation de salaire, présentons rapidement les estimations des structures de sélection.

Les estimations de deux modèles de sélection sont présentées dans le Tableau 152 (p. 518). Chaque modèle est composé de deux équations : la première modélise la probabilité

sélection étant par trop colinéaires (le nombre d'individus dans chaque catégorie est trop réduit pour permettre des estimations satisfaisantes).

d'avoir effectué un post-doctorat en France alors que la seconde mesure la probabilité d'avoir fait un post-doc à l'étranger. Chaque équation a son propre vecteur de variables explicatives⁷³⁶ parmi l'ensemble des variables suivantes : sexe, possession d'un diplôme d'ingénieur, financements obtenus en thèse, laboratoires de rattachement, disciplines du doctorat, mentions obtenues et situation familiale.

L'équation qui explique la probabilité d'avoir fait un post-doc en France dans la première structure de sélection, tient compte du sexe, des financements obtenus en distinguant trois cas (allocataire-moniteur, allocation d'un autre ministère, bourse d'un organisme public) et du laboratoire de rattachement (universitaire).

Dans la seconde structure de sélection, on ajoute à ces variables la mention obtenue (félicitations du jury) et le fait d'être titulaire ou non d'un diplôme d'ingénieur.

On voit⁷³⁷ que les femmes ont clairement une probabilité plus forte que les hommes de faire un post-doc en France (+16%). Les trois variables de financements ont un effet marginal négatif sur cette probabilité, avec des effets marginaux compris entre -15 et -30%. Les doctorants qui ont fait leur thèse dans un laboratoire universitaire ont également une plus faible probabilité de faire un post-doc en France. En revanche, la mention au doctorat et le diplôme d'ingénieur accroissent cette probabilité.

L'équation qui explique la probabilité d'avoir été en post-doctorat à l'étranger tient compte, dans la première structure de sélection, du sexe, des financements (en distinguant les allocataires-moniteurs des Cifre⁷³⁸), de la discipline et du fait de vivre en couple ou non à la fin de la thèse.

⁷³⁶ Pour parvenir aux variables explicatives qui sont présentées ici, nous sommes partis de l'étude des déterminants du départ en post-doc réalisée dans le chapitre 2 (section « 2.1.4.4.. Expliquer la localisation du post-doc : résultats des estimations sur données Irédu 2001 », p. 214). Nous avons ensuite testé différentes combinaisons de variables en analysant systématiquement leurs effets, et sur la probabilité de localisation du post-doctorat, et sur les estimations des équations de salaire. Les deux spécifications des structures de sélection retenues ici semblent être intéressantes, d'une part parce qu'elles permettent d'expliquer la probabilité de localisation du post-doc de façon satisfaisante, d'autre part, car elles se différencient suffisamment du vecteur des variables explicatives des équations de salaires pour autoriser des estimations de qualité. Néanmoins, comme nous le verrons, la mesure de l'effet du post-doc semble relativement indépendante des structures des équations de sélection utilisées.

⁷³⁷ Et on retrouve des résultats déjà mis en évidence dans le chapitre 2, section « 2.1.4.4.. Expliquer la localisation du post-doc : résultats des estimations sur données Irédu 2001 », p. 214. On peut s'y référer pour une analyse plus approfondie.

⁷³⁸ Les autres variables de financements n'avaient pas d'effets significatifs.

L'équation correspondante pour la seconde structure de sélection tient compte en plus de la mentions obtenue à la thèse et de la possession ou non d'un diplôme d'ingénieur.

Les femmes ont clairement une plus faible probabilité (-10% environ) d'entreprendre un post-doctorat à l'étranger. C'est le cas également des doctorants financés par un contrat Cifre (-25%)⁷³⁹. Une des variables déterminantes dans l'explication de la réalisation d'un post-doc à l'étranger est, comme nous avons déjà eu l'occasion de le voir, la discipline de la thèse. Ce sont les docteurs en sciences de la vie qui ont la plus forte probabilité de faire un post-doc à l'étranger (effet de 35-40% selon les modèles). Les chimistes ont également une probabilité plus élevée (de 20% environ, mais la variable est moins significative). Le fait de vivre en couple en fin de thèse diminue la probabilité de faire un post-doc à l'étranger.⁷⁴⁰ Enfin, les félicitations du jury accroissent légèrement la probabilité en question, au contraire du titre de docteur-ingénieur qui la fait clairement diminuer.

Venons-en maintenant aux résultats des estimations des équations de sélection prenant en compte le traitement de l'effet de la localisation du post-doctorat avec chacune des structures de sélection bivariée dont nous venons de détailler les effets des variables explicatives. Le Tableau 153 (p. 519) et le Tableau 154 (p. 520) présentent les estimations des équations de salaire tenant compte respectivement de la première et de la seconde structure de sélection. La plupart des effets déjà mis en évidence lors de l'estimation d'équations de salaires sans sélection se retrouve ici, avec toutefois quelques modifications sensibles. Détaillons-les très brièvement tout d'abord, avant d'en venir aux variables qui nous intéressent plus particulièrement ici, les variables relatives à la localisation du post-doctorat.

On assiste notamment à une légère perte de significativité de la variable informatique et à une diminution sensible de son coefficient. De même, l'effet de la variable monitorat se modifie, son coefficients déjà négatif diminuant légèrement.⁷⁴¹ La variable ingénieur ne se modifie pas sensiblement et reste significativement positive dans les modèles sans prise en compte des financements de la thèse.

⁷³⁹ La variable « allocataire-moniteur » n'a ici pas d'effet significatif. Dans d'autres modèles en revanche elle avait un léger effet positif et significatif.

⁷⁴⁰ Et on avait vu que cet effet jouait essentiellement pour les femmes.

⁷⁴¹ La baisse est significative dans le modèle 2 (pour chaque structure de sélection) où son effet marginal est de - 0.15. Mais ceci est compréhensible puisque ce modèle ne tient pas compte du secteur d'emploi.

Pour ce qui est donc de la localisation du post-doctorat, on constate qu'elle a dans ces modèles un effet limité et qui n'est pas toujours significatif. Si dans le modèle 1 – pour chacune des deux structures de sélection – les variables de localisation n'ont aucun effet significatif, dans les autres modèles, la variable post-doc à l'étranger a un effet positif, mais dont l'importance et le degré de significativité varient. Ce sont dans les modèles 3 et 4 qui tiennent compte des secteurs d'emploi que cette variable devient clairement et significativement positive, avec un effet marginal tournant autour de 0.09. La variable « post-doc en France » n'est donc jamais significative même si dans le modèle 4 pour la première structure de sélection, son coefficient diminue fortement (-0.178) et devient presque significatif (p-value : 0.22). Le coefficient de sélection qui lui est associé (λ_1) augmente lui fortement à cette occasion (0.133) et devient également pratiquement significatif (p-value : 0.12). Le coefficient de sélection relatif au traitement de la localisation du post-doctorat à l'étranger dans l'équation de sélection (λ_2) est lui significatif dans les modèles 1 et 2 mais est toujours d'une faible ampleur (de 0.01 à 0.014).

On peut conclure de ces quelques paragraphes que les post-doctorats effectués à l'étranger ont des effets positifs sur la rémunération toutes choses égales par ailleurs, même en prenant en compte les caractéristiques inobservables potentiellement différentes entre les individus ayant fait un post-doctorat en France, à l'étranger et ceux qui n'en ont pas effectué. Le problème de sélection est d'ailleurs d'une ampleur négligeable.

Tableau 152. Structures de sélections bivariée pour les équations de salaire traitant l'effet de la localisation du post-doctorat (effets marginaux).

	Sélection 1		Sélection 2	
	Post-doc en France	Post-doc à l'étranger	Post-doc en France	Post-doc à l'étranger
Constante	-0,218*** (0,022)	-0,232*** (0,073)	-0,287*** (0,031)	-0,200** (0,078)
Sexe : féminine	0,158*** (0,036)	-0,098** (0,048)	0,163*** (0,037)	-0,117** (0,049)
Financement : Allocataire- moniteur	-0,152*** (0,050)	0,084 (0,058)	-0,159*** (0,051)	0,040 (0,059)
Allocation d'un autre ministère	-0,294** (0,144)		-0,300** (0,139)	
Bourse d'un orga public, BDI	-0,237*** (0,066)		-0,280*** (0,068)	
CIFRE		-0,265*** (0,087)		-0,246*** (0,089)
Laboratoire : universitaire	-0,161** (0,080)		-0,152* (0,079)	
Discipline : physique		0,107 (0,080)		0,126 (0,081)
Chimie		0,190** (0,083)		0,187** (0,083)
Sciences de la vie		0,355*** (0,077)		0,303*** (0,078)
En couple en fin de thèse		-0,118*** (0,045)		-0,117*** (0,045)
Mention à la thèse : félicitations du jury			0,085** (0,037)	0,087* (0,046)
Docteur-ingénieur			0,082* (0,042)	-0,160*** (0,053)
In L	-240.4	-303.4	-235.4	-297.1
In L0	-265.5	-327.0	-265.2	-326.6
Chi-deux	50.1***	47.3***	59.6***	59.0***
Nombre d'observations	482	482	482	482

Source : enquête Irédu 2001. Effets marginaux avec erreurs-types entre parenthèses. Référence pour la discipline : thèse en sciences de la terre et mathématiques. * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

Tableau 153. Équations de salaires : modèles d'effets basés sur la structure de sélection bivariable 1.

	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4
Constante	12,082*** (1,840)	12,284*** (1,808)	13,007*** (1,743)	13,062*** (1,729)
Sexe : féminin	-0,010 (0,035)	0,006 (0,037)	0,016 (0,033)	0,028 (0,036)
Docteur-ingénieur	0,074*** (0,028)	0,030 (0,030)	0,062** (0,027)	0,033 (0,028)
Age	-0,174 (0,115)	-0,178 (0,113)	-0,236** (0,109)	-0,233** (0,108)
Age au carré	0,00261 (0,00179)	0,00263 (0,00175)	0,00350** (0,00169)	0,00344** (0,00168)
Discipline : physique	0,163*** (0,059)	0,128** (0,059)	0,111** (0,056)	0,089 (0,056)
Chimie	0,094 (0,061)	0,057 (0,060)	0,084 (0,057)	0,056 (0,057)
Sciences de la vie	0,024 (0,059)	-0,008 (0,059)	0,024 (0,055)	0,000 (0,056)
Informatique	0,158** (0,071)	0,150** (0,070)	0,129* (0,067)	0,123* (0,066)
Financement : allocataire		-0,084*** (0,032)		-0,062** (0,031)
Allocataire-moniteur		-0,152*** (0,038)		-0,106*** (0,037)
Secteur d'emploi : académique			0,060 (0,045)	0,061 (0,045)
Privé, recherche			0,264*** (0,047)	0,245*** (0,047)
Intermédiaire			0,127** (0,051)	0,108** (0,051)
CDD	-0,107*** (0,033)	-0,121*** (0,033)	-0,112*** (0,041)	-0,113*** (0,041)
Travail à temps partiel	-0,730*** (0,081)	-0,751*** (0,080)	-0,681*** (0,077)	-0,700*** (0,077)
Durée dans l'emploi	0,00636*** (0,00159)	0,00658*** (0,00157)	0,00656*** (0,00151)	0,00662*** (0,00150)
Durée au carré	-0,000028* (0,000017)	-0,000029* (0,000017)	-0,000026 (0,000016)	-0,000026 (0,000016)
Localisation de l'emploi actuel : région parisienne	0,081*** (0,028)	0,085*** (0,027)	0,077*** (0,026)	0,080*** (0,026)
A l'étranger	0,499*** (0,055)	0,512*** (0,054)	0,441*** (0,052)	0,457*** (0,052)
Localisation du post-doc : en France	-0,020 (0,125)	-0,130 (0,155)	-0,086 (0,118)	-0,178 (0,148)
A l'étranger	0,045 (0,036)	0,059* (0,035)	0,089*** (0,034)	0,092*** (0,034)
λ_1	0,010 (0,072)	0,080 (0,090)	0,080 (0,069)	0,133 (0,086)
λ_2	0,011* (0,006)	0,013** (0,006)	0,005 (0,006)	0,008 (0,006)
R2	0.506	0.533	0.570	0.583
R2 ajusté	0.480	0.505	0.543	0.555
ln L	19.2	29.8	45.9	52.3
ln L0	-119.0	-119.1	-118.9	-119.1
Nombre d'observations	390	390	390	390

Source : enquête Irédu 2001. Estimations ML d'équations de salaires avec sélection probit bivariable (structure « sélection 1 », deux premières colonnes du Tableau 152). Coefficients estimés avec erreurs-types entre parenthèses. * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

Tableau 154. Équations de salaires : modèles d'effets basés sur la structure de sélection bivariable 2.

	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4
Constante	12,030*** (1,837)	12,299*** (1,807)	13,008*** (1,741)	13,066*** (1,730)
Sexe : féminin	0,000 (0,034)	0,005 (0,035)	0,017 (0,032)	0,020 (0,034)
Docteur-ingénieur	0,076*** (0,029)	0,038 (0,030)	0,072*** (0,027)	0,047* (0,028)
Age	-0,170 (0,115)	-0,179 (0,113)	-0,235** (0,109)	-0,233** (0,108)
Age au carré	0,00254 (0,00179)	0,00264 (0,00175)	0,00349** (0,00169)	0,00345** (0,00168)
Discipline : physique	0,157*** (0,059)	0,124** (0,059)	0,106* (0,056)	0,088 (0,057)
Chimie	0,088 (0,061)	0,054 (0,061)	0,080 (0,057)	0,056 (0,058)
Sciences de la vie	0,019 (0,059)	-0,010 (0,058)	0,021 (0,055)	0,001 (0,056)
Informatique	0,150** (0,071)	0,146** (0,070)	0,124* (0,067)	0,121* (0,067)
Financement : allocataire		-0,082** (0,033)		-0,062** (0,031)
Allocataire-moniteur		-0,148*** (0,037)		-0,097*** (0,036)
Secteur d'emploi : académique			0,059 (0,045)	0,059 (0,045)
Privé, recherche			0,263*** (0,047)	0,241*** (0,047)
Intermédiaire			0,125** (0,051)	0,105** (0,051)
CDD	-0,106*** (0,033)	-0,120*** (0,033)	-0,110*** (0,041)	-0,112*** (0,041)
Travail à temps partiel	-0,734*** (0,081)	-0,754*** (0,080)	-0,686*** (0,077)	-0,702*** (0,077)
Durée dans l'emploi	0,00638*** (0,00159)	0,00666*** (0,00157)	0,00663*** (0,00150)	0,00670*** (0,00150)
Durée au carré	-0,000028 (0,000017)	-0,000029* (0,000017)	-0,000026 (0,000016)	-0,000027* (0,000016)
Localisation de l'emploi actuel : région parisienne	0,082*** (0,028)	0,085*** (0,027)	0,078*** (0,026)	0,082*** (0,026)
A l'étranger	0,500*** (0,055)	0,513*** (0,054)	0,443*** (0,052)	0,458*** (0,052)
Localisation du post-doc : en France	-0,080 (0,107)	-0,118 (0,126)	-0,089 (0,101)	-0,119 (0,120)
A l'étranger	0,048 (0,036)	0,061* (0,035)	0,092*** (0,034)	0,094*** (0,034)
λ_1	0,048 (0,064)	0,076 (0,075)	0,085 (0,060)	0,102 (0,071)
λ_2	0,011* (0,006)	0,014** (0,006)	0,005 (0,006)	0,009 (0,006)
R2	0.507	0.533	0.571	0.583
R2 ajusté	0.481	0.506	0.544	0.555
ln L	19.5	29.9	46.3	52.1
ln L0	-119.0	-119.1	-118.9	-119.1
Nombre d'observations	390	390	390	390

Source : enquête Irédu 2001. Estimations ML d'équations de salaires avec sélection probit bivariable. Coefficients estimés avec erreurs-types entre parenthèses. (structure « sélection 2 », deux premières colonnes du Tableau 152). * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

C. Résultats des estimations des équations de satisfaction

Commentons maintenant les résultats principaux auxquels nous parvenons au terme de l'estimation des cinq équations de satisfaction présentées dans le Tableau 155 (p. 526). Chacun des effets marginaux s'interprètent, comme à l'accoutumée, ceteris paribus, même si nous ne le répéterons pas à chaque fois par la suite pour éviter de trop alourdir le style.

a) Les femmes n'ont pas une satisfaction au travail différente de celles des hommes

Les femmes n'auraient pas une satisfaction différente de celle des hommes, la variable sexe n'étant jamais significative.⁷⁴² Ce résultat n'est pas conforme à celui que nous avons obtenu pour les docteurs travaillant aux USA où les femmes – mais uniquement celles travaillant dans le secteur universitaire semble-t-il – se montraient significativement moins satisfaites de leur travail que les hommes.

Deux autres variables sociodémographiques sont prises en compte dans ces modèles. La variable « vie en couple » n'est significative dans aucun des modèles. En revanche, les docteurs titulaires d'un bac C disent être significativement moins satisfaits avec leur emploi que les docteurs titulaires d'un bac d'une autre série (avec un effet marginal d'environ 10%). Cette variable traduit peut-être le fait que ces individus sont plus exigeants – on sait notamment qu'elle est corrélée avec l'origine sociale et la « réussite » scolaire des individus – que les autres et peuvent donc s'exprimer moins satisfaits avec leur emploi, toutes choses égales par ailleurs. Cette explication est plausible compte tenu de l'évolution du coefficient relatif au bac C entre le modèle 1 – qui ne tient pas compte des aspirations individuelles –, modèle dans lequel cette variable n'est pas significative, et les modèles 2 à 6 – où les attentes en termes de carrières en début de thèse sont mises au regard de la situation d'emploi actuelle –, modèles où elle devient significative. D'autres variables ont été introduites, telles que le retard au bac et l'âge, mais elles n'ont jamais été significatives, nous ne les avons donc pas conservées dans les estimations finales.

b) Secteur d'emploi et aspirations de carrières : les normes de l'emploi académique, sources de satisfaction ?

La nature des emplois a un fort effet sur la satisfaction au travail. Les docteurs employés dans le secteur universitaire comme enseignant-chercheur ou dans la recherche publique

⁷⁴² Alors que nous avons vu par exemple qu'elles avaient une moindre probabilité d'accéder à un poste académique permanent.

comme chercheur (CNRS et grands organismes de recherche) ont clairement une plus forte probabilité d'être satisfaits de leur emploi que les docteurs qui ont un emploi hors recherche (la référence) mais également dans une moindre mesure que les chercheurs du secteur privé et ceux du secteur intermédiaire. Dans le modèle 1 les effets marginaux s'échelonnent de 0.46 pour les chercheurs publics à 0.16 pour les chercheurs intermédiaires en passant par 0.21 pour les chercheurs du secteur privé. Cette hiérarchisation se retrouve en général dans les modèles où davantage de variables sont prises en considération.⁷⁴³ Ces résultats sont proches de ceux que nous avons mis en évidence dans le cas américain (bien que les variables utilisées soient assez différentes) : les docteurs qui possèdent un emploi dans le secteur académique ou ceux qui ont un emploi qui se rapprochent le plus des normes du secteur académique – appréhendées par l'activité principale déclarée – se montraient en effet plus satisfaits que les autres.

Mais cet effet extrêmement fort du secteur d'emploi sur la satisfaction doit être mis au regard des perspectives de carrières envisagées en début de thèse. Ainsi, les docteurs qui envisageaient une carrière à l'université ou dans la recherche publique et qui sont effectivement employés comme enseignants-chercheurs à l'université ou chercheurs dans un grand organisme de recherche publique ont une probabilité très forte d'être satisfaits avec leur emploi (probabilité accrue de 0.60 environ selon les modèles⁷⁴⁴), toutes choses égales par ailleurs. Un effet similaire se retrouve pour les docteurs qui souhaitaient être employés dans le secteur privé et qui actuellement sont effectivement chercheurs dans le secteur privé (effet marginal proche de 0.60). Un fort effet positif sur la satisfaction au travail se retrouve donc quand aspirations de carrières et emploi actuel correspondent, que les docteurs fussent intéressés, au début du doctorat, par le secteur de la recherche privée ou le secteur de la recherche publique.

En revanche, les docteurs qui souhaitaient trouver un emploi à l'université ou dans la recherche publique et qui sont actuellement employés dans le secteur privé ont une probabilité bien plus faible d'être satisfaits avec leur emploi actuel (effet marginal de la variable

⁷⁴³ A l'exception du modèle 2 où un problème de corrélation des variables explicatives doit être présent étant donné le faible nombre de variables prises en compte et surtout le manque de variables continues.

⁷⁴⁴ Il s'agit de la somme des deux effets marginaux 'enseignant-chercheur ou chercheur public' et 'ECNRS x ACNRS'. Par exemple pour le modèle 5, cela donne : $0.32 + 0.31 = 0.63$.

'EPRIVE x ACNRS' autour de -0.30 selon les modèles, ce qui conduit, pour les individus décrits, à un effet marginal sur la satisfaction compris entre -0.03 et -0.10)⁷⁴⁵.

Cependant, cette constatation n'est pas générale puisqu'il n'existe pas d'effet significatif de la variable 'ECNRS x APRIVE'. La non significativité de cette variable montre que les docteurs qui envisageaient une carrière plus particulièrement dans le secteur privé mais qui ont finalement trouvé un emploi dans le secteur académique ou de la recherche publique n'ont pas une satisfaction avec leur emploi actuel qui est moindre que les individus qui souhaitaient travailler dans la recherche publique dès le début de leur thèse. Ces individus sont alors globalement satisfaits de leur emploi (probabilité marginale autour de 0.2).

La carrière envisagée par les docteurs qui sont actuellement chercheurs dans ce que nous avons nommé le secteur intermédiaire ne semble pas avoir d'effet significatif sur leur satisfaction avec leur emploi actuel, même si l'effet marginal de la variable « EINTER x ACNRS » est négatif (autour de -0.08) alors que celui de la variable « EINTER x APRIVE » est positif (environ 0.09). Cette proposition signifie probablement que ces individus possèdent des emplois qui leur offrent des satisfactions qui, sans être comparables à celles du secteur public ou à celles du secteur privé, sont somme toute assez satisfaisantes pour un début de carrière. Cela leur offre probablement des conditions de recherche qui leur permettent de ne pas rompre avec le secteur académique tout en ayant des conditions d'emploi et de travail certainement plus proches de celles du secteur privé. Mais rappelons toutefois que ces individus ont globalement une probabilité d'être satisfait avec leur emploi, bien qu'elle demeure plus élevée que les non chercheurs, n'en n'ait pas moins bien inférieure à celles des chercheurs permanents du secteur public et privé. La probabilité marginale des chercheurs intermédiaires est accrue de 28% environ pour ceux aux aspirations privées et de 10% pour ceux aux aspirations « plus académiques », contre 0.6 pour les chercheurs académiques et privés dont les aspirations de carrières ont été satisfaites.⁷⁴⁶

Une variable captant spécifiquement les individus ayant un contrat à durée déterminée a été testée dans les modèles, sans qu'elle ne soit jamais significative. Cela provient du fait que les variables de secteur prennent largement en compte cet effet, les docteurs travaillant dans le

⁷⁴⁵ Par exemple, avec le modèle 4 : $0.263 - 0.314 = -0.049$.

⁷⁴⁶ Mais ils ne s'en sortent pas trop mal comparativement aux individus souhaitant une carrière publique mais employés dans le secteur privé (-0.1) et ceux intéressés par une carrière privée mais employés dans le secteur public (0.2).

secteur intermédiaire étant très majoritairement en contrat à durée déterminée. En revanche, en enlevant les variables relatives au secteur et aux aspirations, la variable CDD devenait très significative avec un effet marginal tournant autour de -18%, à peu près constant quelques soient les autres variables introduites dans les modèles. Ces résultats sont conformes à ceux de plusieurs études internationales et à ceux que nous avons mis en évidence pour les docteurs travaillant aux USA.⁷⁴⁷

Les docteurs à temps partiel ont peut-être une satisfaction légèrement inférieure à ceux qui travaillent à temps plein, mais la variable « travail à temps partiel » n'est significative, et à seulement 10%, que dans le modèle 2.⁷⁴⁸

La discipline du doctorat semble avoir un impact sur la probabilité d'être satisfait avec l'emploi actuel, toutes choses égales par ailleurs. Ce sont les docteurs en sciences de la vie⁷⁴⁹ qui ont une probabilité plus faible (de 20% environ) d'être satisfaits avec leur emploi, comparativement aux docteurs en mathématiques et en sciences de la terre, modalité de référence. Les autres variables disciplinaires n'ont pas d'effets significatifs.

c) Satisfaction et rémunération : les docteurs, peu sensibles à leur niveau (absolu) de salaire ?

Le niveau absolu du salaire n'aurait pas d'effet sur la satisfaction au travail pour les docteurs, les coefficients du salaire absolu et du salaire absolu au carré n'étant pas significatifs quand ils sont introduits seuls (modèle 3). Néanmoins, en dépit de la non significativité des coefficients on peut calculer – même si en toute rigueur nous ne devrions pas le faire –, à partir du modèle 3, que la probabilité d'être satisfait augmenterait avec le salaire puisque l'effet quadratique ne se manifesterait qu'au-delà de 27 500 F.

Les effets du salaire et du salaire au carré ne sont pas significatifs dans le modèle 4, pas plus que l'écart salarial introduit dans ce modèle. Le salaire absolu optimum pour la satisfaction, calculé à partir de ce modèle, diminue fortement par rapport au modèle précédent puisqu'il est estimé à 14700 F. La diminution du seuil de salaire absolu signifie qu'un salaire

⁷⁴⁷ Voir section « d) Les effets du secteur d'emploi et de l'activité principale sur la satisfaction au travail : les chercheurs, plus satisfaits que les autres docteurs ? » (p. 479) et en particulier les notes de bas de page No. 702 et 703 (p. 481) pour quelques références sur le sujet.

⁷⁴⁸ On ne peut pas distinguer, comme nous l'avons déjà mentionné, parmi les individus à temps partiel, ceux qui ont un temps partiel contraint. Il est néanmoins probable qu'une partie non négligeable de ces temps partiels ne soient pas voulu puisque la variable temps partiel semble donc avoir un léger effet négatif sur la satisfaction.

⁷⁴⁹ L'effet de cette variable ne devient significatif qu'à partir du moment où les variables de perspectives de carrières sont prises en compte (tous les modèles sauf le modèle 1).

élevé n'est pas nécessairement associé à une satisfaction plus grande.⁷⁵⁰ Néanmoins, il s'agit d'un seuil qui est calculé sans prise en compte de l'effet du salaire relatif.

Le coefficient relatif au résidu de l'équation de salaire montre que la probabilité qu'un individu ayant un salaire de 1 000 F supérieur à ce qu'il peut théoriquement espérer selon ses caractéristiques individuelles et les caractéristiques de l'emploi qu'il possède soit satisfait de son emploi est accrue de 1,5%. Rappelons une nouvelle fois que ces calculs sont basés sur des variables qui ne sont pas significatives.

L'équation de salaire qui a été utilisée ici est l'équation 7 des estimations sans sélection du Tableau 151. D'autres équations ont été utilisées et nous avons systématiquement recalculé les résidus pour les inclure dans l'équation de satisfaction sans que l'impact du salaire relatif calculé de cette façon n'ait jamais d'effet significatif sur la satisfaction.

En revanche, dans le modèle 5, si le salaire absolu et son carré ne sont toujours pas significatifs, les deux variables dichotomiques de comparaison de salaires ont les effets attendus et la hiérarchie de leurs coefficients est également conforme à nos attentes.⁷⁵¹ Les docteurs particulièrement bien payés (tels que définis, ci-dessus page 504, par notre variable *WELLP1*) auraient ainsi une probabilité plus élevée d'être satisfaits de leur emploi de 20% (par rapport aux individus « mal payés »). Les individus « assez bien payés », que caractérise l'indicatrice *WELLP2*, auraient également une probabilité plus élevée d'être satisfaits (de 13% avec un seuil de significativité plus élevé).

⁷⁵⁰ Le lecteur va peut être se montrer surpris et penser qu'on vient de redécouvrir, à l'aide de tous ces calculs savants, que l'argent ne fait pas le bonheur... Ou du moins que ce n'est pas une condition suffisante. Ou bien encore qu'à partir du moment où on en a suffisamment pour (bien) vivre, il n'est pas absolument nécessaire d'en avoir davantage. Je répondrais simplement, en bon économiste, que si les résultats de notre étude sont loin d'être spectaculaires, ce qui les rend intéressants est la précision avec laquelle on peut mesurer des propositions qui jusque-là demeuraient floues... « L'argent ne fait pas le bonheur » : on ne peut réfuter cette proposition, du moins pour les individus gagnant plus de 27 500 F. « Ce n'est pas une condition suffisante » : le salaire n'est qu'un des déterminants que nous avons mis en évidence. « A partir du moment où on en a suffisamment pour bien vivre, il n'est pas absolument nécessaire d'en avoir davantage » : au-delà d'un seuil relatif de 14700 F, cela ne semble pas faux... Toutes ces propositions restent bien entendu valables dans notre cadre d'analyse quelque peu étroit : les jeunes docteurs scientifiques français ayant récemment soutenu une thèse...

⁷⁵¹ Ces variables dichotomiques proviennent également du résidu de l'équation 7 sans sélection.

Tableau 155. Équations de satisfaction, résultats des estimations : ensemble de l'échantillon (probabilité d'être satisfait avec l'emploi actuel, effets marginaux).

	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4	Modèle 5
Constante	0,013 (0,121)	0,074 (0,111)	-0,094 (0,170)	-0,032 (0,177)	-0,042 (0,167)
Femme	0,019 (0,050)	0,030 (0,048)	0,035 (0,050)	0,031 (0,051)	0,029 (0,049)
Discipline : physique	0,015 (0,102)	-0,020 (0,095)	-0,077 (0,106)	-0,038 (0,111)	0,005 (0,110)
Chimie	-0,047 (0,106)	-0,066 (0,099)	-0,092 (0,108)	-0,056 (0,112)	-0,020 (0,111)
Sciences de la vie	-0,163 (0,103)	-0,221** (0,096)	-0,229** (0,104)	-0,211** (0,105)	-0,182* (0,104)
Informatique	0,006 (0,121)	0,008 (0,113)	-0,055 (0,121)	-0,021 (0,124)	0,010 (0,122)
Secteur : académique	0,466*** (0,079)	0,270** (0,106)	0,248** (0,107)	0,287** (0,112)	0,320*** (0,116)
Secteur privé	0,213*** (0,077)	0,123 (0,090)	0,205** (0,103)	0,263** (0,112)	0,277** (0,112)
Secteur intermédiaire	0,160** (0,077)	0,184** (0,092)	0,196** (0,095)	0,207** (0,096)	0,219** (0,095)
Travail à temps partiel	-0,216 (0,131)	-0,223* (0,119)	-0,113 (0,131)	-0,088 (0,131)	-0,078 (0,127)
En couple	0,040 (0,051)	0,025 (0,049)	0,011 (0,051)	0,002 (0,051)	-0,006 (0,050)
Bac C	-0,058 (0,050)	-0,096** (0,047)	-0,119** (0,049)	-0,116** (0,049)	-0,106** (0,048)
ECNRS x ACNRS		0,325*** (0,096)	0,330*** (0,095)	0,331*** (0,097)	0,310*** (0,096)
ECNRS x APRIVE		-0,114 (0,108)	-0,107 (0,106)	-0,113 (0,108)	-0,131 (0,108)
EPRIVE x ACNRS		-0,232*** (0,082)	-0,325*** (0,089)	-0,314*** (0,089)	-0,305*** (0,087)
EPRIVE x APRIVE		0,373*** (0,086)	0,362*** (0,092)	0,370*** (0,093)	0,380*** (0,092)
EINTER x ACNRS		-0,091 (0,082)	-0,100 (0,084)	-0,075 (0,085)	-0,066 (0,082)
EINTER x APRIVE		0,104 (0,096)	0,078 (0,098)	0,084 (0,097)	0,078 (0,096)
Salaire (1)			0,0220 (0,0162)	0,0133 (0,0176)	0,0035 (0,0193)
Salaire au carré (1)			-0,0004 (0,0004)	-4,51E-4 (3,86E-4)	-9,33E-5 (4,02E-4)
Résidu de l'équation de salaire (2)				0,0155 (0,0117)	
<i>WELLP1</i> (individus « très bien payés » (2))					0,204* (0,107)
<i>WELLP2</i> (individus « relativement bien payés »)					0,132** (0,057)
lnL	-185,8	-150,7	-135,7	-134,7	-132,8
lnL0	-215,6	-215,6	-199,5	-199,2	-199,5
Chi2	59,5***	129,7***	127,7***	128,9***	133,4***
Nombre d'observations	390	390	390	390	390

Source : enquête Irédu 2001. Voir le texte pour la définition des variables. * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%. (1) : le salaire a été introduit en milliers de francs pour éviter l'accumulation des chiffres après la virgule. (2) : le résidu de l'équation de salaire et les variables *WELLP1* et *WELLP2* proviennent de l'estimation de l'équation 7 du Tableau 151.

3.1.3.3. Résultats des estimations II : les chercheurs

Nous procédons aux mêmes types d'analyses de la satisfaction que précédemment mais sur une partie seulement de l'échantillon de l'enquête Irédu 2001 ; seuls les chercheurs (publics, privés ou « intermédiaires) sont ici pris en compte. Cela doit nous permettre d'introduire des variables de contexte d'activité de R&D qu'il était difficilement possible de prendre en compte sur l'ensemble de l'échantillon. D'autre part, les équations de salaires vont elles-mêmes également prendre en compte quelques-unes de ces variables.

Les résultats des estimations de cinq équations de satisfaction sont présentés dans le Tableau 157 (p. 539).

Le modèle 1 ne tient compte que d'un nombre limité de variables : de la discipline du doctorat, du secteur d'emploi (académique, privé et intermédiaire, la référence), du fait de travailler ou non à temps partiel et de quelques variables sociogéographiques (sexe, statut familial, filière du bac).

Le modèle 2 ajoute des variables décrivant plus précisément l'activité de recherche et développement effectuée par les individus dans leur emploi actuel. Nous tenons compte de la nature des recherches (plutôt fondamentale, plutôt appliquée, par rapport à la référence, plutôt du développement), des contraintes dans l'activité de recherche (« doit suivre les grandes orientations du labo » et « a des objectifs précis à réaliser »), du fait de travailler ou non pour une institution extérieure et du nombre de publications effectuées pour cet emploi.

Le modèle 3 tient compte, en outre, des variables croisées, identiques à celles que nous avons précédemment utilisées, décrivant l'écart entre attentes en début de thèse et situations d'emploi actuelles.

Les modèles 4 et 5 introduisent des variables de rémunérations absolues et relatives. Le salaire absolu et le carré de ce salaire sont présentés dans chacun de ces modèles. Ce qui les différencie c'est la manière dont le salaire relatif a été calculé. Le résidu de l'équation de salaire du modèle 4 est basé sur une équation de salaire sans prise en compte d'un phénomène éventuel de sélection (dont les estimations sont fournies dans le modèle 1 du Tableau 156, p. 533) alors que celui du modèle 5 est calculé à partir du résidu de l'équation de salaire qui corrige le problème de sélection posé par la seule prise en compte des chercheurs (modèle 2, même tableau).

Avant de poursuivre plus avant l'étude de la satisfaction, soulignons quelques particularités de ces deux équations de salaires.

A. Les équations de salaires : comment expliquer le salaire des chercheurs ?

Le premier modèle est de la forme :

$$w_i = \mathbf{x}_i \boldsymbol{\beta} + \varepsilon_i \quad \varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$$

où w_i est le log du salaire, \mathbf{x}_i le vecteur des variables explicatives, $\boldsymbol{\beta}$ le vecteur des paramètres à estimer et ε_i le terme d'erreur.

La second modèle tient compte du phénomène de sélection lié à la prise en compte des seuls chercheurs dans notre échantillon. Il se présente ainsi, w_i^* et s_i^* étant respectivement les variables latentes de log du salaire et de sélection⁷⁵² :

$$w_i^* = \mathbf{x}_i \boldsymbol{\beta} + u_i$$

$$s_i^* = \mathbf{z}_i \boldsymbol{\delta} + v_i$$

$$E(u_i) = 0, E(u_i^2) = \sigma_u^2, E(v_i) = 0, E(v_i^2) = \sigma_v^2 \text{ et } E(u_i v_j) = \begin{cases} \sigma_{uv} & \text{si } i = j \\ 0 & \text{si } i \neq j \end{cases}.$$

La règle de sélection implique que :

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

$$\text{et : } w_i = \begin{cases} w_i^* & \text{si } s_i^* = 1 \\ \text{non observé} & \end{cases} \text{ (le salaire n'est observé que pour les chercheurs).}$$

Dans chacun de ces deux modèles⁷⁵³, cinq types de variables explicatives ont été pris en compte :

⁷⁵² Il s'agit d'un modèle identique à celui qui a déjà été utilisé dans la section « 2.2. Les rémunérations des post-doctorants », p. 444. On renvoie le lecteur à cette partie s'il désire plus de détails sur les techniques d'estimation.

⁷⁵³ Différentes méthodes d'estimation (Heckman et maximum de vraisemblance) ont été utilisées sans que les résultats ne changent significativement. De nombreuses spécifications des équations de salaires et des équations de sélection ont été envisagées et estimées. Les deux équations fournies dans le tableau sont des équations parmi les plus complètes qui ont été estimées ; elles sont apparues particulièrement satisfaisantes. Néanmoins, la

- Des variables sociodémographiques (sexe, âge).
- Des variables relatives aux conditions de thèse telles que les financements obtenus en thèse et la discipline du doctorat. En effet, on peut penser qu'au-delà de l'effet des financements sur les probabilités d'emploi que nous avons mis en évidence, il peut également exister un effet de ces variables sur la rémunération indépendamment du secteur d'emploi.⁷⁵⁴
- Des variables relatives aux post-doctorats. On prendra en compte essentiellement la localisation du post-doc. Les docteurs peuvent en effet tenter de valoriser leur expérience post-doctorale sur le marché du travail scientifique. Cette valorisation ne passe pas uniquement par des probabilités d'emploi différentes mais peut avoir un impact sur la rémunération à laquelle les docteurs peuvent prétendre.
- Des caractéristiques de l'emploi possédé. On introduit la typologie des « secteurs » d'emploi déjà utilisée à de nombreuses reprises (académique, privé, intermédiaire). On prend également en compte la nature des recherches effectuées ainsi que les autres activités des chercheurs qui permettent de capter plus précisément les conditions d'emploi et de travail réelles, conditions qui peuvent potentiellement affecter la rémunération. On introduit enfin la durée dans l'emploi, et son carré pour un éventuel effet quadratique, ainsi que la localisation de l'emploi avec trois modalités : à l'étranger, en région parisienne et autre région en France.
- Des variables de perspectives de carrières envisagées en début de thèse font également partie des variables explicatives, avec les quatre modalités habituelles (université ou recherche publique, secteur privé de recherche, hors recherche et « ne savait pas exactement »). Les attentes en termes de carrières peuvent entraîner une variation dans l'effort dans la recherche d'emploi ou des attentes différenciées en termes de salaire.

plupart des coefficients estimés étaient relativement insensibles au vecteur des variables explicatives et à la forme des équations de sélection.

⁷⁵⁴ Mais l'interprétation ne sera pas toujours aisée...

Les équations de sélection ont pour variables explicatives⁷⁵⁵ le sexe, les financements obtenus en thèse, l'orientation des recherches, le nombre de conférences en thèse, la localisation du post-doc et la discipline du doctorat.

Il apparaît alors que, parmi les chercheurs, et une fois tenu compte de l'ensemble des autres effets, les femmes ne gagnent pas significativement moins que les hommes. Cela est en contradiction avec la plupart des études étrangères qui montrent que, parmi les chercheurs – ou en tout état de cause parmi les universitaires –, les femmes gagnent systématiquement moins que les hommes.⁷⁵⁶ Néanmoins, cela peut s'expliquer par le fait que le salaire observé ici est le salaire de début de carrière, les écarts salariaux de genre se construisant progressivement. De même, les remarques que nous faisons à l'occasion de la présentation des résultats des estimations des équations de salaires sur l'ensemble de l'échantillon⁷⁵⁷, concernant la non significativité d'autres variables (série du bac, vie en couple), s'appliquent également ici.

Les docteurs-ingénieurs ne se distinguent pas non plus des docteurs non ingénieurs sur cet aspect. Même dans les équations de salaire estimées qui ne tenaient pas compte des financements, le coefficient relatif à la variable ingénieur n'était pas significatif, contrairement aux estimations sur l'ensemble de l'échantillon (présentées dans le Tableau 151, le Tableau 153 et le Tableau 154) dans lesquelles la variable ingénieur avait un effet significatif dans les modèles où les variables de financement de thèse n'étaient pas présentes. Une interprétation plausible est que le diplôme d'ingénieur est peut-être légèrement plus valorisé hors recherche mais pas, financièrement parlant, dans le secteur de la recherche.

Il n'y a pas d'effet disciplinaire sur le salaire des chercheurs, contrairement aux résultats des estimations sur l'ensemble de l'échantillon. En revanche, le financement obtenu exerce toujours un effet, les allocataires-moniteurs gagnent significativement moins (de -7% à -10%)

⁷⁵⁵ Le choix de ces variables s'est fait en partant de nos analyses des probabilités d'emploi du chapitre 2 (notamment dans la section « A. Quelles sont les variables qui affectent la situation des docteurs sur le marché du travail ? Modèles multinomiaux sur données Irédu (2001) » p. 248). Plusieurs autres variables ont été testées mais il est vite apparu des difficultés de choix de variables qui soient suffisamment différentes de celles introduites dans l'équation de salaire.

⁷⁵⁶ Le survey de la littérature présenté dans NSF (2003, section 3) va dans ce sens puisque toutes les études qui analysent les salaires des universitaires au niveau national et la plupart de celles qui l'étudient sur une ou plusieurs institutions spécifiques concluent en ce sens.

⁷⁵⁷ Cf. section « B. Les estimation des équations de salaire : les déterminants du salaire des docteurs », p. 505.

que les docteurs ayant eu d'autres financements.⁷⁵⁸ La carrière souhaitée au début du doctorat semble avoir un léger effet sur le salaire, les individus qui envisageaient une carrière académique ont un salaire légèrement inférieur aux autres. Il est possible que ces individus soient prêts à accepter des salaires inférieurs pour satisfaire leurs souhaits d'intégrer le secteur académique ou que vouloir une carrière académique permette effectivement d'accéder in fine à un tel poste, par une variation de l'effort ou par une « recherche » d'emploi plus longue.⁷⁵⁹

Le fait d'avoir entrepris un post-doctorat après la thèse aurait un impact positif sur le salaire des chercheurs, mais cet effet est différencié selon la localisation du post-doctorat. Nous ne nous étendrons pas sur le sujet l'ayant déjà amplement traité, et de façon plus satisfaisante, dans les sections précédentes. Le post-doctorat le plus rentable pour les chercheurs serait le post-doctorat aux USA.

Si on considère maintenant les caractéristiques de l'emploi, on voit que les chercheurs du secteur privé gagnent environ 15% de plus que les chercheurs académiques et les chercheurs du secteur intermédiaire.

En revanche, l'orientation des activités de R&D des chercheurs n'a pas d'influence significative sur la rémunération des chercheurs.⁷⁶⁰ De même, les autres activités des chercheurs, notamment les chercheurs qui ont des activités de « gestion et de management », ne paraissent pas avoir d'effets significatifs dans ces équations.⁷⁶¹

⁷⁵⁸ Autres que les allocataires non moniteurs et les individus ayant été chargés de cours, TD et TP. Cette dernière modalité a un léger effet significatif et a donc été conservée ici (effet marginal de -0,06). Le coefficient relatif au monitorat passe de -0,079 à -0,106 de l'équation 1 à l'équation 2 avec sélection. Cela signifie qu'une fois pris en compte le phénomène de sélection, la variable monitorat a un effet négatif encore plus prononcé sur le salaire. Cette baisse du coefficient traduit le fait que les moniteurs ont une probabilité plus forte d'être MCF ou chargé de recherche et donc d'avoir un salaire inférieur, même une fois pris en compte la correction pour la probabilité d'être chercheur.

⁷⁵⁹ Quoiqu'il en soit on veillera à rester prudent sur l'impact d'une telle variable même si elle semble apporter une information complémentaire utilisable pour expliquer le salaire. Les divers problèmes, déjà soulignés, inhérents à ce type de variables subjectives s'appliquent également ici.

⁷⁶⁰ En sélectionnant uniquement les chercheurs du secteur privé et les chercheurs du secteur intermédiaire, on a pu constater que la variable « recherche plutôt fondamentale » semble avoir un léger effet négatif sur le salaire, ce qui confirmerait certains travaux économiques (voir, par exemple, Stern 1999).

⁷⁶¹ La même remarque que précédemment s'applique ici mais en sens opposé. En sélectionnant uniquement les chercheurs du secteur privé et intermédiaire, il semble que la variable « management » ait alors un effet positif. Les chercheurs qui ne sont pas de purs scientifiques seraient ainsi mieux rémunérés que les autres.

Les autres variables ont des effets très similaires à ceux qui ont déjà été discutés. Les individus en CDD⁷⁶² et ceux à temps partiel gagnent moins. La durée dans l'emploi exerce un effet quadratique. La localisation de l'emploi à l'étranger, et dans une moindre mesure, en région parisienne augmente le salaire par rapport aux salariés ayant un emploi en France hors région parisienne.

L'équation de sélection du modèle 2 comprend peu de variables significatives et est globalement peu satisfaisante. Cela n'est pas surprenant puisque dans notre base seul un nombre limité de docteurs n'ont pas un emploi de chercheur.⁷⁶³ Parmi les variables significatives, signalons le sexe – les femmes ayant une probabilité plus faible d'être chercheur –, le financement obtenu en thèse – les allocataires ont une plus forte probabilité, les moniteurs une plus faible –, le nombre de conférences en thèse – à effet positif – et la localisation du postdoc – la modalité postdoc à l'étranger, la seule significative, a un effet négatif. La conséquence en est que les coefficients estimés de l'équation de salaire du modèle 1 (sans sélection) et du modèle 2 (avec sélection) sont peu différents les uns des autres. L'autre conséquence attendue est que les estimations des équations de satisfaction vont très probablement être peu sensibles à la nature (avec ou sans sélection) des variables de comparaison de salaire introduites. Nous avons estimé, en vain, plusieurs autres modèles avec des équations de sélection dont les variables explicatives variaient. Il n'existe donc sans doute pas de problème de sélection ici, ou pour être plus juste, il nous est impossible de le mettre en évidence.

⁷⁶² La majeure partie de cet effet concerne, comme nous l'avons déjà écrit, les docteurs du secteur intermédiaire.

⁷⁶³ En ce sens d'ailleurs, mais cette remarque est un peu fallacieuse et provocatrice, les aspirations de carrières des docteurs prises très globalement sont plutôt bien satisfaites puisque la majorité, sinon la totalité, des docteurs avaient des perspectives de carrières orientées vers la recherche publique ou privée.

Tableau 156. Équations de salaire, population des chercheurs.

	Modèle 1		Modèle 2	
	Log du salaire		Équation de sélection	
Constante	14,494*** (1,477)	15,227*** (1,575)	1,182*** (0,439)	
Femme	-0,030 (0,024)	-0,073 (0,045)	-0,580*** (0,197)	
Docteur-ingénieur	0,025 (0,025)	0,023 (0,027)		
Age	-0,324*** (0,092)	-0,372*** (0,098)		
Age au carré	0,005*** (0,001)	0,006*** (0,002)		
Discipline : physique	0,004 (0,054)	0,037 (0,070)	0,320 (0,412)	
Chimie	-0,001 (0,056)	0,001 (0,067)	-0,049 (0,406)	
Sciences de la vie	-0,062 (0,053)	-0,038 (0,067)	0,355 (0,387)	
Informatique	0,050 (0,060)	0,048 (0,078)	0,346 (0,529)	
Financement thèse : allocataire	-0,030 (0,026)	-0,028 (0,027)	-0,608*** (0,227)	
Allocataire-moniteur	-0,079** (0,033)	-0,106*** (0,040)	0,462* (0,278)	
Chargé cours, TD, TP	-0,063* (0,033)	-0,059* (0,036)	0,268 (0,233)	
Thèse fondamentale			0,041 (0,208)	
Nombre de conférences en thèse			0,075* (0,041)	
Secteur d'emploi : académique	0,007 (0,043)	0,015 (0,045)		
Privé	0,158*** (0,038)	0,148*** (0,040)		
Recherche plutôt fondamentale	-0,044 (0,031)	-0,036 (0,033)		
A des activités de management	0,047 (0,030)	0,047 (0,031)		
CDD	-0,074* (0,038)	-0,066* (0,040)		
Travail à temps partiel	-0,447*** (0,082)	-0,436*** (0,089)		
Durée dans l'emploi	7,44E-3*** (1,33E-3)	7,39E-3*** (1,40E-3)		
Carré de la durée	-3,23E-5** (1,37E-5)	-3,18E-5** (1,48E-5)		
Localisation : région parisienne	0,088*** (0,023)	0,080*** (0,024)		
Etranger	0,467*** (0,044)	0,470*** (0,046)		
Carrière envisagée : académique	-0,063** (0,025)	-0,067*** (0,026)		
Secteur privé	0,011 (0,029)	0,015 (0,031)		
Hors recherche	-0,058 (0,062)	-0,049 (0,066)		
Postdoc : en France, autre labo	0,073* (0,041)	0,043 (0,054)	-0,040 (0,355)	
En France, même labo.	0,114*** (0,042)	0,118** (0,051)	-0,364 (0,285)	
Aux USA	0,143*** (0,034)	0,186*** (0,049)	0,743 (0,456)	
A l'étranger, autre pays	0,155*** (0,034)	0,117** (0,054)	-0,526** (0,241)	
<i>A</i>		0,395* (0,225)		
lnL	104,6		140,3	
lnL ₀	-51,4		-43,7	
R ²	0,62		0,65	
R ² ajusté	0,58		0,61	
Chi ²			39,2	
Nombre d'observations	339	339	390	

Source : enquête Irédu 2001. Modèle 2 : correction pour biais de sélection avec l'équation de sélection donnée dans la quatrième colonne. Variable dépendante pour l'équation de sélection : probabilité d'être chercheur. Coefficients estimés avec erreurs-types entre parenthèses. Référence pour la discipline : thèse en sciences de la terre et mathématiques. Référence pour le lieu d'emploi : en France, autre que région parisienne. * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

B. Les équations de satisfaction

La plupart des effets déjà mis en évidence dans les premiers modèles de satisfaction estimés sur l'ensemble de l'échantillon se retrouvent ici pour la population des chercheurs. Nous ne reprendrons donc pas systématiquement l'ensemble des commentaires qui y ont été

détaillés mais nous nous permettons de renvoyer le lecteur à la section considérée.⁷⁶⁴ Nous nous attacherons en revanche à mettre en exergue les spécificités des résultats de ces estimations.

Le sexe ne joue pas plus sur la satisfaction des chercheurs qu'il ne jouait lorsque l'ensemble de l'échantillon était considéré. Ce résultat est en contradiction avec nos estimations sur la population des docteurs aux Etats-Unis pour lesquels nous avons montré que le fait d'être une femme jouait, globalement, tous secteurs d'emploi confondus, négativement sur la satisfaction, et que, en séparant les estimations par grands secteurs d'emploi, cet effet n'était en fait significatif que parmi les docteurs travaillant dans le secteur académique. Néanmoins, nos deux populations sont différentes, notamment en termes d'âge, puisque nos estimations sur les données américaines portaient sur la population titulaires d'un doctorat tous âges confondus.⁷⁶⁵

La discipline de la thèse exerce en revanche un certain effet : les docteurs en sciences de la vie ont clairement une satisfaction au travail moindre (de 20 à 30% selon les modèles). Les docteurs en informatique auraient également – mais cet effet est uniquement significatif dans le modèle 5 – une satisfaction moindre que les autres docteurs. Alors que les docteurs en informatique ont peu de difficultés d'emploi et peuvent aisément être employés dans le secteur privé avec des salaires élevés⁷⁶⁶, ceux qui sont chercheurs ont une satisfaction légèrement moindre lorsque les effets du salaire absolu et relatif sont pris en compte. Les conditions d'emploi et le contenu de l'emploi, et pas seulement le salaire, sont des éléments à ne pas négliger et qui transparaissent au travers de ces estimations.

On retrouve par ailleurs un effet prononcé (effet marginal autour de 0.25) de la variable 'enseignant-chercheur ou chercheur public' dans les modèles 1 et 2 quand les variables croisées mettant en rapport perspectives de carrières et réalisations ne sont pas prises en compte. En revanche, chercheurs du secteur intermédiaire et chercheurs du secteur privé n'ont pas une satisfaction différente les uns des autres.

Les attentes en termes de carrières sont, comme précédemment, une variable explicative importante de la satisfaction. On note en effet de nouveau que les individus dont la situation

⁷⁶⁴ Cf. la section précédente, section « 3.1.3.2. Résultats des estimations I : ensemble de l'échantillon des docteurs, chercheurs et non chercheurs », p. 500.

⁷⁶⁵ Même si nous contrôlons pour l'effet propre de l'âge, il peut persister des différences.

actuelle correspond aux attentes en début de thèse, qu'ils soient employés dans le secteur académique (« ECNRS x ACNRS ») ou dans le secteur privé (« EPRIVE x APRIVE »), expriment une satisfaction bien supérieure à ceux dont les aspirations n'ont pas été satisfaites. On retrouve également l'effet négatif particulièrement prononcé de la variable « employé dans le secteur privé, envisageait une carrière académique ». Globalement, en tenant compte des perspectives de carrières, on peut montrer que la hiérarchie des effets marginaux⁷⁶⁷ est similaire à celle mise en évidence sur l'ensemble de l'échantillon⁷⁶⁸. Les effets marginaux donnés qui vont être donnés dans le paragraphe suivant entre parenthèses ont été « normalisés » par rapport à la catégorie des chercheurs privés qui envisageaient une carrière académique. L'effet marginal pour ces individus a été ramené à -0.03 (valeur de référence issue du modèle 4 estimé sur l'ensemble de l'échantillon, Tableau 155). L'effet marginal pour cette catégorie parmi les chercheurs est de -0.29. On a donc additionné $-0.03 + 0.29$, c'est-à-dire 0.26, à chacun des effets marginaux calculés à partir des estimations sur les chercheurs. Par exemple, pour les universitaires dont les aspirations étaient justement orientées vers le secteur académique, on trouve, à partir du modèle 5 du Tableau 157 : $0.002 + 0.257 + 0.26 = 0.52$. Ces manipulations permettent de rendre comparables les effets marginaux donnés ci-après et ceux donnés dans le paragraphe relatif à l'ensemble de l'échantillon. Pour faire ces calculs, on a utilisé le modèle 4 pour l'ensemble de l'échantillon et le modèle 5 pour les chercheurs seuls car ces deux modèles sont eux-mêmes relativement similaires, et leurs résultats peuvent donc être comparés plus sûrement ; néanmoins, les résultats varient peu avec l'utilisation d'autres modèles. Il est malgré tout nécessaire de rester prudents dans les chiffres avancés, les erreurs-types étant en effet importantes, ce qui conduit logiquement à l'existence d'intervalles de confiance, autour des valeurs moyennes données ici, particulièrement larges.⁷⁶⁹

En haut de la hiérarchie de la satisfaction se trouve donc les docteurs dont les aspirations en termes de carrières ont été satisfaites, qu'ils aient un emploi dans le secteur académique (0.52) ou privé (0.64). Viennent ensuite, à une certaine distance des premiers,

⁷⁶⁶ Mais la conjoncture joue un grand rôle dans ce secteur.

⁷⁶⁷ Et les écarts entre ces effets.

⁷⁶⁸ Cf. section « b) Secteur d'emploi et aspirations de carrières : les normes de l'emploi académique, sources de satisfaction ? », p. 521.

⁷⁶⁹ Et compte tenu des difficultés liées à l'utilisation de ces variables – qui ne sont notamment pas mutuellement exclusives les unes des autres (cf. note No. 716) – et, donc, de la difficulté à définir la catégorie de référence, les

dans l'ordre, les chercheurs du secteur intermédiaire dont les aspirations de carrière étaient orientées vers le secteur privé (0.36), les chercheurs de ce même secteur qui penchaient vers le secteur académique (0.29) et les chercheurs (peu nombreux ceux-là) du secteur public dont les perspectives de carrières étaient plutôt orientées vers le secteur privé (0.23).⁷⁷⁰ Viennent finalement, en bas de l'échelle de la satisfaction, les chercheurs du secteur privé qui envisageaient plus particulièrement une carrière à l'université ou dans la recherche publique.

La variable 'en couple' n'a pas d'effet significatif contrairement à la série du bac⁷⁷¹ puisque les bacheliers possédant un bac C semblent moins satisfaits que les titulaires d'un autre bac, mais cet effet est uniquement significatif dans les trois derniers modèles lorsque perspectives de carrières et salaires sont contrôlés.

Le salaire absolu et son carré n'ont pas d'effets sur la satisfaction. En revanche, la mesure de salaire relatif retenue dans le modèle 4 a un léger effet positif.⁷⁷² Cette mesure est basée sur la première équation de salaire (sans sélection). La variable équivalente mais calculée à partir de l'équation de salaire avec sélection n'est par contre pas significative dans l'équation 5 modélisant la satisfaction. L'introduction de variables indicatrices pour capturer le fait d'être plus ou moins bien payé, à la manière des variables $WELLP_i$ qui ont été introduites dans les modèles de satisfaction de la section précédente, ne modifient pas sensiblement ces résultats. Ces variables étaient en général peu significatives et leurs coefficients dans les équations de satisfaction étaient particulièrement sensibles aux seuils ayant servi à les définir ; on ne les a donc pas fait figurer ici. Ce qu'il faut retenir est donc que le salaire absolu n'a pas plus d'influence sur la satisfaction mais que le salaire relatif exerce en revanche un certain effet : le fait d'être relativement moins bien payé que ses pairs (que des individus à caractéristiques similaires) diminue en effet clairement la satisfaction.

Pour ce qui concerne l'activité de R&D des chercheurs, plusieurs variables ont été utilisées. Si le chercheur a des activités de recherche plutôt fondamentales cela semble augmenter légèrement la probabilité qu'il soit satisfait de son emploi ; même si dans les

effets marginaux ne doivent pas être considérés comme des indicateurs précis des écarts de satisfaction. Ils donnent plutôt une indication sur l'échelle de la satisfaction.

⁷⁷⁰ La hiérarchie de ces deux dernières variables étaient inversées avec les estimations sur l'ensemble de l'échantillon, les seconds étant très légèrement plus satisfaits que les premiers.

⁷⁷¹ Effets comparables à ceux mis en évidence dans la section précédente.

⁷⁷² La satisfaction serait donc accrue de 1,92% par tranche de 1000 F de salaire (par rapport au salaire prévu compte tenu des caractéristiques de l'individu), ceteris paribus.

modèles présentés cette variable n'est jamais significative, dans d'autres modèles, cette variable était parfois légèrement significative. En revanche, la variable recherche appliquée n'est jamais apparue significative (la référence est ici les chercheurs qui ont une activité de développement).

Le nombre de publications effectuées durant l'emploi a un effet positif sur la satisfaction⁷⁷³, avec un effet marginal par publication qui se situe autour de 0,02-0,03. Cet effet positif indique probablement que les chercheurs qui sont les plus proches des standards de l'activité universitaire ou de la recherche publique, ce qui correspond certainement à leurs attentes en terme de travail de R&D (et à leur milieu de socialisation initiale en thèse), ou les chercheurs les plus actifs, en retirent de la satisfaction.

Les autres variables introduites pour décrire l'activité de R&D n'ont pas d'effets significatifs sur la satisfaction. Le fait d'effectuer ou de participer à des contrats de recherche pour une institution extérieure ne modifie pas la satisfaction des chercheurs. Les contraintes rencontrées par les chercheurs dans leurs activités de R&D n'ont pas plus d'effet.⁷⁷⁴

Le manque de significativité de certaines de ces variables peut s'expliquer de plusieurs manières : soit que le contenu et le contexte de l'activité de recherche a réellement un impact faible sur la satisfaction au travail des chercheurs et donc que les éléments non pécuniaires sont de faible importance pour expliquer la satisfaction des chercheurs, soit qu'il existe différent problème de colinéarité dans les variables utilisées (ce qui est probable puisque, par exemple, les chercheurs à activité fondamentale, qui travaillent majoritairement à l'université ou dans la recherche publique, sont également ceux qui subissent le moins de contraintes dans leurs activités de recherche et ceux qui ont l'activité de publications la plus importante⁷⁷⁵), soit enfin que notre variable dépendante dichotomique ne fournit pas suffisamment de variabilité pour capter plus finement les différences de satisfaction. Néanmoins, on peut repérer un certain effet positif du nombre de publications et, dans une moindre mesure, de la variable activité de recherche plutôt fondamentale ce qui indique malgré tout que les

⁷⁷³ Cette variable n'est pas significative dans le modèle 3 – dans lequel les perspectives de carrières sont prises en compte mais pas les mesures du salaire – mais elle l'est dans les modèles 2, 4 et 5.

⁷⁷⁴ D'autres variables ont été testées, telles que celles relatives à la participation à des réseaux scientifiques et celles qui décrivent la nature de ces réseaux. Leur significativité n'était pas non plus satisfaisante et nous ne les avons donc pas retenus dans les estimations finales qui sont présentées ici.

⁷⁷⁵ Il en est de même des contraintes concrètes subies dans l'activité de recherche. En effet, celles-ci sont particulièrement liées au type d'emploi possédé et à l'orientation des recherches menées.

chercheurs les plus proches des normes académiques, les plus impliqués ou les plus actifs dans leur travail, à activité de recherche plutôt fondamentale et subissant le moins de contraintes sont également ceux qui retirent le plus de satisfaction de leur travail. Il semble cependant illusoire de vouloir distinguer et quantifier précisément le rôle joué par tel ou tel facteur dans l'explication de la satisfaction au travail tant l'imbrication de ces variables explicatives est grande. Ces conclusions rejoignent ainsi en partie celles qui ont été mises en évidence pour le cas américain : sur l'ensemble des docteurs, l'activité principale « recherche fondamentale » ou « recherche appliquée » accroît la satisfaction, toutes choses égales par ailleurs, et parmi les docteurs travaillant dans le secteur privé, ceux dont l'activité principale se rapproche de l'activité traditionnelle des universitaires et des chercheurs publics ont une satisfaction clairement plus importante que les docteurs du secteur privé déclarant d'autres activités principales, la prise en compte de l'écart salarial relatif ne venant pas annuler cet effet.

Mais restent à spécifier précisément quelques-unes des variables, qui ont été introduites dans ces modèles et qui semblent avoir un léger effet sur la satisfaction au travail, telles que les activités de R&D, les contraintes ressenties dans l'activité de recherche et les profils de publications. C'est ce qui est fait dans les deux sections suivantes.

Tableau 157. Équation de satisfaction, population des chercheurs : résultats des estimations (effets marginaux).

	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4	Modèle 5
Constante	0,210*	0,180	0,279**	0,330	0,314
	(0,121)	(0,132)	(0,134)	(0,208)	(0,208)
Femme	0,009	0,014	0,016	0,012	0,014
	(0,049)	(0,049)	(0,045)	(0,047)	(0,046)
Discipline : physique	-0,019	-0,020	-0,076	-0,134	-0,134
	(0,108)	(0,106)	(0,096)	(0,111)	(0,110)
Chimie	-0,088	-0,087	-0,141	-0,167	-0,164
	(0,113)	(0,112)	(0,102)	(0,116)	(0,115)
Sciences de la vie	-0,198*	-0,193*	-0,268***	-0,283**	-0,296***
	(0,110)	(0,108)	(0,099)	(0,112)	(0,111)
Informatique	-0,045	-0,099	-0,087	-0,141	-0,203*
	(0,124)	(0,124)	(0,110)	(0,122)	(0,122)
Emploi : académique	0,282***	0,220***	0,045	0,019	0,002
	(0,057)	(0,064)	(0,103)	(0,105)	(0,104)
Chercheur, secteur privé	0,049	0,063	-0,058	0,077	0,062
	(0,056)	(0,055)	(0,090)	(0,103)	(0,100)
Travail à temps partiel	-0,034	-0,001	-0,035	-0,036	-0,002
	(0,157)	(0,154)	(0,137)	(0,138)	(0,135)
En couple	0,015	0,017	-0,009	-0,021	-0,029
	(0,051)	(0,050)	(0,047)	(0,048)	(0,047)
Bac C	-0,049	-0,042	-0,086*	-0,112**	-0,124***
	(0,049)	(0,048)	(0,045)	(0,046)	(0,046)
Recherche : plutôt fondamentale		0,072	0,024	0,058	0,050
		(0,080)	(0,074)	(0,074)	(0,072)
Plutôt appliquée		0,001	-0,030	-0,009	-0,014
		(0,069)	(0,061)	(0,062)	(0,061)
Contraintes : doit suivre grandes orientations du labo		-0,028	0,035	0,042	0,050
		(0,048)	(0,045)	(0,047)	(0,046)
Objectifs précis à réaliser		-0,002	0,046	0,015	-0,002
		(0,051)	(0,047)	(0,048)	(0,048)
Travaux pour une institution extérieure		-0,055	-0,010	-0,003	-0,030
		(0,052)	(0,049)	(0,052)	(0,052)
Nombre de publications durant cet emploi		0,032**	0,020	0,021*	0,023*
		(0,014)	(0,012)	(0,012)	(0,013)
ECNRS x ACNRS			0,268***	0,255***	0,257***
			(0,082)	(0,084)	(0,084)
ECNRS x APRIVE			-0,072	-0,034	-0,032
			(0,096)	(0,097)	(0,097)
EPRIVE x ACNRS			-0,189***	-0,268***	-0,286***
			(0,073)	(0,080)	(0,081)
EPRIVE x APRIVE			0,327***	0,309***	0,316***
			(0,077)	(0,082)	(0,082)
EINTER x ACNRS			-0,082	-0,076	-0,074
			(0,071)	(0,071)	(0,069)
EINTER x APRIVE			0,103	0,102	0,104
			(0,085)	(0,085)	(0,084)
Salaire (1)				0,021	0,023
				(0,019)	(0,019)
Salaire au carré (1)				-2,63E-4	-4,17E-4
				(3,97E-4)	(4,01E-4)
Résidu de l'équation de salaire				0,0192*	0,0146
				(0,0112)	(0,0115)
lnL	-159,34	-154,5	-121,1	-108,5	-105,4
lnL0	-177,8	-177,9	-177,8	-165,3	164,8
chi2	37	46,8	113,6	113,7	118,9
Nombre d'observations	339	339	339	339	339

Source : enquête Irédu 2001. Voir le texte pour la définition des variables. Modèle 4 : résidu de la première équation de salaire sans sélection (issus du modèle 1 du Tableau 156). Modèle 5 : résidu de la deuxième équation de salaire avec correction pour biais de sélection (modèle 2, même tableau). * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%. (1) : le salaire a été introduit en milliers de francs pour éviter l'accumulation des chiffres après la virgule.

3.2. Activités de R&D, autonomie et contraintes ressenties selon l'appartenance aux trois communautés scientifiques

Dans cette section, nous étudions en détail le contenu et les modalités des activités de R&D des jeunes chercheurs français selon leur secteur d'emploi. Nous combinons un ensemble d'éléments objectifs permettant d'appréhender l'activité de R&D des jeunes scientifiques – orientation et activités de recherches, réalisation de contrats de recherche, participation à des réseaux scientifiques et objectifs de ces réseaux – et quelques éléments plus subjectifs – autonomie et contraintes ressenties dans l'activité de R&D, objectifs à réaliser – nous permettant d'avoir une vision plus concrète des activités des jeunes chercheurs selon qu'ils appartiennent au monde académique, au secteur privé ou au secteur « intermédiaire ». Cela nous permet également de voir si l'interprétation en termes de communautés scientifiques est justifiée, et si oui, dans quelle mesure. Nous pourrions également à l'aide de quelques-unes de ces variables comparer les post-doctorants, et notamment les post-doctorants restés dans leur laboratoire de thèse, aux chercheurs du secteur intermédiaire, et conclure quant aux ressemblances/dissemblances entre ces deux populations.

3.2.1. Les activités de R&D sont structurées selon le « secteur » et la possession ou non du titre d'ingénieur...

L'orientation du travail de recherche des chercheurs est typée selon le secteur de recherche.

Si la proportion de chercheurs du secteur universitaire et de la recherche publique qui effectue des recherches plutôt appliquées et plutôt fondamentales est identique, en revanche, les recherches menées par les chercheurs du secteur privé sont très majoritairement appliquées, et dans une moindre proportion, il s'agit de développement (Tableau 158).⁷⁷⁶ Les chercheurs du secteur intermédiaire se situent, dans chaque catégorie, à mi-chemin entre chercheurs du secteur académique et chercheurs du secteur privé.

Le rôle spécifique des docteurs-ingénieurs dans le système d'innovation français est de nouveau mis en évidence ici. Si on retrouve sans surprise la spécificité des docteurs-

⁷⁷⁶ La remarque que nous faisons à propos de la difficile classification des activités de recherche en tèse entre fondamentale et appliquée s'applique également ici. C'est pourquoi la formulation retenue reste prudente, avec « plutôt fondamentale », « plutôt appliquée » et « plutôt du développement ». Les réponses n'étaient d'ailleurs pas exclusives les unes des autres dans le questionnaire.

ingénieurs dans le secteur privé, des différences importantes s'observent également dans le secteur public. En isolant les docteurs-ingénieurs des docteurs non ingénieurs, si on constate que la proportion d'individus de ces deux sous-populations qui effectuent des recherches plutôt appliquées dans le secteur privé est proche – 85% contre 92% –, il n'en est pas de même pour la proportion d'individus revendiquant une activité de développement puisque les docteurs-ingénieurs sont à 62% dans ce cas contre seulement 37% pour les non ingénieurs. Dans le secteur académique, la proportion de docteurs-ingénieurs effectuant des recherches appliquées est plus élevée que celle des docteurs non ingénieurs, la proportion étant inversée pour la recherche de base.

Pour les post-doctorants, rappelons⁷⁷⁷ que les proportions d'individus déclarant des activités de recherche fondamentale s'échelonnaient de 44% pour les post-doctorants effectuant leur post-doctorat dans leur laboratoire de thèse à 65% pour les post-doctorants aux Etats-Unis.⁷⁷⁸ Cette proportion est à comparer aux 11% des chercheurs du secteur intermédiaire qui font des recherches plutôt fondamentales. L'écart entre les deux populations (post-doctorants et chercheurs du secteur intermédiaire) est donc important, même si les post-doctorants en post-doc dans leur laboratoire de thèse sont les plus proches des chercheurs intermédiaires.

Tableau 158. Orientation des recherches des chercheurs, selon le secteur d'emploi et la possession ou non du titre d'ingénieur (%).

		Secteur académique	Secteur privé	Secteur intermédiaire	Ensemble
Plutôt appliquée	Ensemble	56	89	76	72
	Ingénieurs	65	85	75	75
	Non ingénieurs	50	92	76	69
Plutôt fondamentale	Ensemble	55	2	11	27
	Ingénieurs	35	0	7	16
	Non ingénieurs	68	3	14	34
Plutôt du développement	Ensemble	11	49	19	25
	Ingénieurs	8	62	34	34
	Non ingénieurs	13	37	12	19

Source : enquête Irédu 2001. Les sommes en colonnes ne font pas nécessairement 100% puisque les réponses n'étaient pas mutuellement exclusives les unes des autres.

⁷⁷⁷ Cf. section « 2.1. Diversité des conditions et des activités de recherche des post-doctorants français » (p. 440).

⁷⁷⁸ Il faudrait une nouvelle fois contrôler pour la structure disciplinaire des post-doctorats et des emplois du secteur intermédiaire, mais, compte tenu, du nombre limité d'observations, il est délicat d'entreprendre une telle étude. Mais compte tenu des écarts, nous ne prenons ici pas trop de risques.

Une majorité de chercheurs déclare avoir, ou des activités de recherche, d'études ou de développement, ou diriger des recherches (Tableau 159). Peu de différences apparaissent entre ingénieurs et non ingénieurs c'est pourquoi nous n'avons pas fait la distinction entre eux pour ces deux items. Chercheurs du secteur privé et chercheurs du secteur public et universitaire ont d'ailleurs également des profils proches quant à ces deux activités. Seuls les chercheurs du secteur intermédiaire semblent ne pas diriger des recherches dans une proportion aussi importante.

Au niveau d'activités telles que la veille scientifique et technologiques, de brevets et de propriété intellectuelle, des disparités importantes se font jour d'une part entre les trois secteurs d'emploi que nous distinguons, et pour chacun d'entre eux, entre docteurs-ingénieurs et docteurs-non ingénieurs. Si peu de chercheurs du secteur public et universitaire ont de telles activités, un peu plus d'un tiers des chercheurs du secteur privé notent que la veille scientifique et technologiques est une des composantes principales de leur activité de recherche. Et dans cette catégorie, les docteurs-ingénieurs revendiquent de façon légèrement plus importante ce type d'occupations. On retrouve une différence similaire pour les chercheurs du secteur intermédiaire. Concernant l'activité de brevets, propriété intellectuelle et normalisation, la différence est identique en faveur des docteurs-ingénieurs. Il est à noter que dans notre échantillon très peu de chercheurs du secteur public ou universitaire mentionnent ce type de fonctions comme faisant partie de leurs activités.

Tableau 159. Activités de R&D des chercheurs selon le secteur d'emploi (%).

		Secteur académique	Secteur privé	Secteur intermédiaire	Ensemble
Activités de recherche, études, développement	Ensemble	92	93	78	88
Dirige des recherches	Ensemble	38	32	24	32
Veille scientifique et technologique	Ensemble	9	36	16	19
	Ingénieurs	13	42	28	27
	Non ingénieurs	6	31	10	14
Brevets, propriété intellectuelle, normalisation	Ensemble	2	18	3	7
	Ingénieurs	2	24	3	10
	Non ingénieurs	1	13	4	5

Source : enquête Irédu 2001. Les sommes en colonnes ne font pas 100% puisque des réponses multiples étaient possibles.

3.2.2. ... tout comme le sont la réalisation de contrats de recherche et la participation à des réseaux scientifiques

Mais, les activités de R&D des chercheurs ne se limitent souvent pas aux activités développées en propre, pour l'institution pour laquelle ils travaillent. Les contrats de recherche pour des partenaires extérieurs et la participation à des réseaux ou des programmes scientifiques sont deux autres grands volets à prendre en considération. Globalement, respectivement 35% et 46% des docteurs de notre échantillon affirment réaliser des contrats de recherche pour des institutions extérieures et participer à un réseau ou à un programme scientifique (Tableau 160). La réalisation de contrats de recherche pour des institutions extérieures est plus courante chez les chercheurs publics. Elle constitue une source de revenus pour les laboratoires publics qui devient parfois essentielle mais elle permet aussi une diversification des activités de recherche des centres de recherche.⁷⁷⁹ Ce type de contrats de recherche est probablement réalisé de façon volontariste par les chercheurs académiques les plus dynamiques. Par contre, la participation à des contrats de recherche pour les chercheurs du secteur privé a souvent une signification différente. Elle se réalise le plus souvent en sous-traitance, sous une forme ou une autre, et implique un certain nombre de contraintes pour le chercheur qui les réalise. Les chercheurs du secteur intermédiaire appartiennent moins fréquemment à des réseaux scientifiques que les chercheurs du secteur public et, même, du secteur privé.

Tableau 160. Contrats de recherche et participation à des réseaux scientifiques, par secteur d'emploi (%).

	Académique	Privé	Intermédiaire	Ensemble
Contrats de recherche	41	29	31	35
Réseau scientifique	57	40	34	46

Source : enquête Irédu 2001.

La réalisation ou la participation à des contrats de recherche est fortement dépendante de la discipline scientifique (Tableau 161). Ainsi si 43% des docteurs en physique et en chimie effectuent des contrats pour des institutions extérieures à leur structure de travail – et il sont respectivement 65% et 52% dans cette situation s'ils travaillent dans la recherche publique ou universitaire – les pourcentages correspondants sont plus faibles en sciences de la

⁷⁷⁹ Larédo, Schimank et Winnes (1999), Senker (1999), Millar et Senker (2000), Foray (2000).

vie. Il n'en est pas de même de l'appartenance à des réseaux scientifiques, où la discipline joue relativement peu, tout au moins pour les chercheurs du secteur public.

Tableau 161. Contrats de recherche et réseaux scientifiques selon la discipline du doctorat et le secteur d'emploi (%).

	Physique	Chimie	Biologie	Mathématiques Informatique
Contrats de recherche				
Académique	65	52	19	32
Privé	33	32	17	31
Intermédiaire	35	44	24	38
Ensemble	43	43	21	33
Réseaux scientifiques				
Académique	57	55	50	68
Privé	49	28	33	23
Intermédiaire	13	38	41	50
Ensemble	45	42	45	51

Source : enquête Irédu 2001.

Pour les docteurs travaillant dans la recherche publique, la réalisation des contrats de recherche dépend des orientations des recherches menées. En effet, si 35% des docteurs (travaillant dans la recherche publique) qui ont des activités de recherche plutôt fondamentale déclarent avoir réalisé des contrats de recherche pour le secteur privé (respectivement 52% et 30% pour les titulaires et les non titulaires d'un diplôme d'ingénieur), c'est le cas de 49% des docteurs à recherche appliquées (respectivement 51% et 48%). Au niveau de la participation à des réseaux ou des programmes scientifiques, peu de différences apparissent selon l'orientation des recherches d'une part, et selon la possession d'un titre d'ingénieur d'autre part.

Tableau 162. Chercheurs académiques : contrats de recherche et réseaux selon la nature des recherches et la possession ou non d'un diplôme d'ingénieur (%).

	Appliquée		Fondamentale	
	Ingénieurs	Non ingénieurs	Ingénieurs	Non ingénieurs
Contrats de recherche	51	48	52	30
Réseau scientifique	64	61	55	57

Source : enquête Irédu 2001. Lecture : 30% des docteurs non ingénieurs, qui travaillent dans la recherche publique et qui déclarent faire des recherches fondamentales effectuent des contrats de recherche pour une institution extérieure.

Au niveau des moyens utilisés dans l'activité de recherche, les chercheurs du secteur académique utilisent, dans leur grande majorité, toute la panoplie des moyens traditionnels de la recherche scientifique (Tableau 163), même s'il existe une hiérarchie des moyens utilisés : plus de 80% d'entre eux lisent la presse scientifique spécialisée et participent à des conférences et des colloques, mais à peine plus de la moitié a une collaboration rapprochée avec des chercheurs d'autres institutions universitaires ou de la recherche publique. Ce n'est pas le cas pour les chercheurs du secteur privé. Si une majorité d'entre eux continue à lire les revues scientifiques, seule la moitié participe à des conférences ou à des colloques scientifiques. La collaboration avec des chercheurs publics ou universitaires concerne également environ la moitié d'entre eux. Un tiers participe à des groupes de travail ou à une collaboration rapprochée avec des chercheurs de la recherche publique ou universitaire. Une partie des chercheurs du secteur privé continue donc à avoir une activité de recherche relativement similaire à celle des chercheurs de la sphère académique, sphère dans laquelle ils ont été socialisés durant leur thèse. Ils continuent en particulier à utiliser la connaissance produite par les institutions publiques de recherche et à en bénéficier. Pour une plus faible part d'entre eux, ils contribuent au processus de création de cette connaissance scientifique et à un transfert bilatéral de cette connaissance entre sphère publique et sphère privée.⁷⁸⁰

Les chercheurs du secteur intermédiaire sont dans une situation paradoxale. Alors qu'ils participent aux transferts de connaissances de la sphère publique à la sphère privée, et réciproquement, par les contacts réguliers ou par une collaboration avec des chercheurs publics ou universitaires, une plus faible proportion d'entre eux, ou plus précisément une proportion limitée d'entre eux si on la compare à celle des chercheurs du secteur privé et surtout du secteur académique, lise les revues scientifiques et participe à des conférences et des colloques. Ce secteur semble ainsi agir comme une sorte de sous-traitant du secteur académique et du secteur privé « traditionnel » de R&D, en réalisant majoritairement des recherches appliquées et le plus souvent sous forme de contrats de recherche. Cela semble laisser assez peu d'opportunités à ces chercheurs pour participer à des réseaux scientifiques ou encore pour avoir des contacts réguliers ou une collaboration rapprochée avec le milieu académique.

⁷⁸⁰ Dans le questionnaire test, des questions complémentaires pour les enseignants-chercheurs et les chercheurs publics indiquaient qu'en revanche ceux-ci n'avaient que très rarement une collaboration rapprochée avec des chercheurs du secteur privé. Ces questions n'ont pas été conservées dans la version finale du questionnaire par manque de place.

Tableau 163. Moyens utilisés par les chercheurs pour leur activité de R&D (%).

	Public	Privé	Interméd.	Ensemble
Lecture articles scientifiques	89	77	66	79
Participation à des conférences et à des colloques scientifiques	82	49	48	63
Contacts réguliers avec des chercheurs publics extérieurs à votre institution	67	53	39	57
Groupes de travail ou collaboration rapprochée avec des chercheurs publics externes	57	34	39	47

Source : enquête Irédu 2001. Proportion en %. Réponses multiples possibles.

Les échanges de connaissances tacites passent essentiellement par la collaboration informelle entre chercheurs, et principalement par la mise en place de réseaux ou de programmes scientifiques. Les réseaux ou les programmes scientifiques auxquels participent les docteurs ont des objectifs différents selon le secteur d'emploi de ces derniers. En effet, si les réseaux auxquels participent les chercheurs universitaires consistent essentiellement en des échanges d'informations et d'idées ou visent à produire des résultats scientifiques en commun, les réseaux auxquels prennent part les chercheurs privés les destinent principalement à la réalisation d'un objectif clairement identifié tel que la mise au point d'un produit ou d'un procédé industriel (Tableau 164). Certains réseaux, mais dans une plus faible proportion des cas, ont pour but principal de partager du matériel scientifique lourd. Les chercheurs du secteur intermédiaire pour leur part participent à des réseaux scientifiques dont les objectifs sont relativement similaires à ceux auxquels prennent part les enseignants-chercheurs et chercheurs de la sphère publique, mais semblent être utilisés dans une moindre mesure pour produire des résultats scientifiques en commun.

Tableau 164. Objectifs des réseaux scientifiques auxquels participent les chercheurs, selon le secteur d'emploi (%).

	Public	Privé	Intermédiaire	Ensemble
Échanges d'informations, d'idées	64	35	77	58
Partage de matériel	25	16	23	21
Production de résultats scientifiques en commun	71	33	50	55
Réalisation d'un objectif clairement identifié (produit, procédé)	40	86	40	53

Source : enquête Irédu 2001. Proportion parmi les chercheurs qui déclarent participer à des réseaux scientifiques.

3.2.3. Autonomie et contraintes ressenties : les chercheurs du secteur intermédiaire, chercheurs académiques sans l'autonomie ?

La plus ou moins grande autonomie dans le travail de recherche est influencée par un certain nombre de facteurs dont font partie la structure de travail – publique ou privée –, l'orientation des recherches menées et les travaux réalisés, entre autres pour des partenaires extérieurs. Nous possédons des renseignements sur les jugements portés par les docteurs eux-mêmes sur la plus ou moins grande autonomie dont ils jouissent dans leur travail et sur les contraintes qu'ils rencontrent dans leurs activités de R&D. Il est utile de relier ces renseignements à quelques-unes des caractéristiques que nous venons d'étudier.

37% des enseignants-chercheurs à l'université et des chercheurs de la recherche publique considèrent être autonomes dans leurs activités de recherche, ou alors, s'ils reconnaissent subir des contraintes, c'est pour noter – pour 51% d'entre eux – qu'ils doivent simplement suivre les grandes orientations de leur laboratoire (Tableau 165).⁷⁸¹ Une minorité soutient avoir des objectifs précis à réaliser ou subir des contraintes par le fait de travailler pour une institution extérieure. Les chercheurs du secteur privé sont dans une situation inverse. 5% seulement d'entre eux attestent être complètement autonomes dans leur travail, alors que 73% d'entre eux considèrent avoir des objectifs précis à réaliser. Les chercheurs du secteur intermédiaire ne sont dans cette optique pas très différents des chercheurs du secteur privé puisqu'une minorité d'entre eux est autonome alors que la grande majorité a des objectifs précis à réaliser.

Nous avons vu dans la section « 2.1. Diversité des conditions et des activités de recherche des post-doctorants français » (p. 440) que les post-doctorants restés dans leur laboratoire de thèse ne sont pas très différents, de ce point de vue, des chercheurs du secteur intermédiaire puisque 50% d'entre eux jugent qu'ils ont des objectifs à réaliser (contre 58% pour les chercheurs du secteur intermédiaire). En revanche, les autres catégories de post-doctorants, qui ont fait leur post-doctorat en France dans un laboratoire autre que le laboratoire auquel ils étaient rattachés en thèse, aux Etats-Unis ou à l'étranger dans un autre pays, sont dans une proportion bien moindre à déclarer avoir des objectifs précis à réaliser

⁷⁸¹ Les réponses n'étaient de nouveau pas mutuellement exclusives les unes des autres. Ainsi, bien que certains docteurs considèrent être globalement autonomes dans leur travail, ils mentionnent malgré tout certaines contraintes, très majoritairement « doit suivre les grandes orientations du labo ». Nous avons donc laissé les pourcentages tels quels plutôt de calculer la proportion d'individus qui mentionnent chaque contrainte par rapport à ceux qui ne se déclarent pas autonomes.

(respectivement 33%, 30% et 38%). Les post-doctorants qui sont restés dans leur laboratoire de thèse et les chercheurs du secteur intermédiaire ont donc, sous cet aspect, des profils similaires, alors qu'au niveau de la nature des recherches menées, ils sont somme toute assez différents les uns des autres (même si nous avons montré que par rapport aux autres catégories de post-doctorants que nous avons isolées, ils en étaient les plus proches).

Tableau 165. Autonomie et origine des contraintes rencontrées dans le travail de recherche (%).

	Académique	Privé	Intermédiaire	Ensemble
Autonome	37	5	7	19
Doit suivre les grandes orientations du labo	51	31	31	39
Objectifs précis à réaliser	16	73	58	45
Résultats et travaux pour institution extérieure	18	24	23	21

Source : enquête Irédu 2001. Proportion en % dans chaque catégorie. Réponses multiples possibles.

La proposition que nous avons avancée quant à la signification de la participation à des contrats de recherche différente d'un secteur à l'autre peut être illustrée à l'aide d'un indicateur qui fait le rapport entre la proportion des individus qui affirment que les contraintes qu'ils rencontrent dans leurs activités de recherche proviennent des résultats ou des travaux qu'ils ont à fournir pour une institution extérieure et la proportion de ceux qui déclarent effectuer des contrats de recherche.⁷⁸² On voit alors que 56% des universitaires et des chercheurs des grands organismes de recherche publique qui participent à des contrats de recherche affirment que ces contrats sont source de contraintes. En revanche, c'est le cas de respectivement 83% et 74% des chercheurs du secteur privé et du secteur intermédiaire.

Selon l'orientation des recherches menées, il est évident qu'il existe une différence dans les contraintes subies. Ainsi, s'il est clair que le caractère appliqué des recherches, mais la conclusion reste valable s'il s'agit de développement, favorise dans tous les secteurs la présence de contraintes importantes, il n'en demeure pas moins que les universitaires et les chercheurs de la recherche publique ne subissent pas ces contraintes de la même manière que les chercheurs du secteur privé et intermédiaire.

⁷⁸² Il s'agit du rapport entre la dernière ligne du Tableau 165 et la première ligne du Tableau 160.

Tableau 166. Proportion d'individus qui ont des objectifs précis à réaliser selon le secteur d'emploi et l'orientation des recherches menées (%).

	Appliquée	Fondamentale	Développement
Secteur académique	27	6	25
Secteur privé	75	50	69
Secteur intermédiaire	67	50	53

Source : enquête Irédu 2001. Le faible effectif de la case « privé, fondamentale » ne permet pas de comparer cette proportion avec le reste du tableau.

On peut également tenter de lier la nature concrète des activités de recherche, et en particulier les contrats de recherche et les réseaux scientifiques, et les contraintes ressenties, autres que celles relatives aux travaux réalisés pour une institution extérieure.⁷⁸³ On peut alors espérer montrer que la réalisation de contrats de recherche n'a pas la même signification pour les communautés scientifiques.

Comme nous l'avons déjà signalé, la participation à des contrats de recherche se fait en général sur un mode volontariste pour les chercheurs publics, mais cette participation peut aussi être marginalement ressentie comme contraintes puisque les recherches sont alors soumises à une partenaire extérieure et donc, sous une forme ou sous une autre, à un « contrôle » externe.⁷⁸⁴ A l'inverse, pour les chercheurs privés, les liens avec des partenaires extérieurs noués pour des activités de R&D peuvent transformer l'activité de ces chercheurs, chercheurs qui sont alors peut-être plus enclins à avoir des activités réelles de recherche fondamentale ou appliquée, et pas seulement du développement, ou à diriger des recherches ; bref, les chercheurs peuvent, par ce moyen, se rapprocher des normes de la recherche académique. Le Tableau 167 calcule cette fois la proportion des chercheurs qui déclarent avoir des objectifs précis à réaliser en fonction d'un certain nombre de caractéristiques, notamment de la participation à des contrats de recherche. Ce tableau confirme ce qui vient d'être dit. Une proportion bien plus élevée de chercheurs privés que de chercheurs académiques a des objectifs précis à effectuer. Mais cette proportion varie en sens inverse pour chacune de ces communautés selon qu'ils effectuent ou non des contrats de recherche : la proportion en question augmente pour les chercheurs universitaires alors qu'elle diminue

⁷⁸³ Rappelons que les choix n'étaient pas mutuellement exclusifs.

⁷⁸⁴ C'est ce que nous avons mis en évidence notamment dans le Tableau 165.

pour les chercheurs du secteur privé, mais l'écart entre les deux proportions reste malgré tout important.⁷⁸⁵

La participation à des réseaux scientifiques ne semble pas modifier la perception qu'ont les docteurs des contraintes qu'ils ressentent, quelque soit leur secteur d'emploi. En revanche, si on considère la proportion d'individus qui ont des objectifs précis à réaliser selon qu'ils participent ou non à un réseau scientifique qui consiste en un échange d'informations ou d'idées – un réseau auquel il est courant de participer à l'université ou dans la recherche publique –, la proportion étudiée varie de nouveau en sens inverse selon que le docteur appartient au secteur public ou au secteur privé. Les chercheurs du secteur privé qui participent à ce type de réseaux scientifiques particuliers ont tendance à avoir dans une moindre proportion des objectifs précis à réaliser. Ce sont les plus proches des standards académiques, même si l'écart entre les deux communautés reste encore une fois important.

Les chercheurs du secteur intermédiaire semblent être plus proches des standards de la recherche privée que de ceux du secteur académique. La seule différence notable semble être le fait que les chercheurs du secteur intermédiaire qui participent à un réseau scientifique sont une proportion bien inférieure – 23 points de pourcentage en moins – à noter qu'ils ont des objectifs précis à réaliser par rapport à ceux qui ne participent pas à ces réseaux.

Tableau 167. Proportion de docteurs ayant des objectifs précis à réaliser selon la participation à des contrats de recherche, la participation à un réseau scientifique et la nature de ce réseau (%).

		Secteur public	Secteur privé	Secteur intermédiaire
Effectue des contrats de recherche	oui	25	58	56
	non	10	79	59
Participe à un réseau scientifique	oui	16	72	50
	non	17	74	73
Ce réseau consiste en des échanges d'informations, d'idées...	oui	21	67	75
	non	18	100	72

Source : enquête Irédu 2001. Lecture : 25% des enseignants-chercheurs et chercheurs publics qui effectuent des contrats de recherche pour une institution extérieure déclarent avoir des objectifs précis à réaliser, contre 10% pour ceux qui n'en effectuent pas.

⁷⁸⁵ Ces contrats sont évidemment sources d'autres contraintes (le troisième type de contraintes, celles liées justement à la participation à des contrats de recherche).

3.2.4. Les activités autres que la R&D

En dehors de la R&D, les chercheurs assurent d'autres fonctions dans leur emploi. 78% des chercheurs du secteur universitaire et de la recherche publique ont, sans surprise puisqu'une partie d'entre eux sont maîtres de conférences ou professeurs des universités, des fonctions d'enseignement. Il en est de même des fonctions informatiques qui sont assez généralisées quelque soit le type d'emploi possédé.⁷⁸⁶

Plus intéressante est la proportion d'individus déclarant avoir des activités de gestion ou de management. Un tiers des enseignants-chercheurs et des chercheurs du secteur public a ainsi de telles fonctions, avec une certaine différence entre docteurs-ingénieurs et docteurs non ingénieurs au profit des premiers (Tableau 168). Ces fonctions sont cependant plus courantes dans le secteur privé avec, une plus forte disparité encore entre ingénieurs et non ingénieurs. La vision que nous offrent ces chiffres des docteurs non ingénieurs est celle de scientifiques « purs », qui, par choix, mais également probablement en partie par contrainte, restent davantage cantonnés dans leurs activités scientifiques que les docteurs-ingénieurs, qui ont des activités scientifiques mais également davantage de responsabilités « administratives ». Il serait intéressant de suivre les docteurs non ingénieurs sur une plus longue période pour savoir si réellement une proportion importante d'entre eux reste dans leurs laboratoires ou si la progression de leur carrière les amène à prendre davantage de responsabilités managériales et s'ils se rapprochent ainsi, mais avec retard, du modèle des docteurs-ingénieurs.

Les chercheurs du secteur intermédiaire ont également fréquemment des activités de gestion et de management. En revanche, dans ce secteur, les docteurs-ingénieurs ne se distinguent pas des docteurs non ingénieurs.

⁷⁸⁶ Nous ne faisons pas figurer ces chiffres dans le tableau pour leur peu d'intérêt et le caractère problématique de leur interprétation. En effet, la plupart des chercheurs utilisent aujourd'hui l'outil informatique... la difficulté portant sur le qualificatif « principales » dans la question « exercez-vous d'autres activités principales » et sur l'interprétation même de « fonctions informatiques ».

Tableau 168. Proportion de docteurs ayant des activités de gestion, management, selon le secteur d'emploi et la possession ou non d'un diplôme d'ingénieur (%).

	Secteur académique	Secteur privé	Secteur intermédiaire	Ensemble
Docteurs ingénieurs	42	79	46	54
Non ingénieurs	24	36	47	30
Ensemble	31	63	46	41

Source : enquête Irédu 2001.

3.3. L'activité de publications des jeunes chercheurs

Les déterminants de l'activité de publication durant l'emploi post-post-doctoral sont tout d'abord étudiés (3.3.1.). Nous voulons plus précisément savoir si chercheurs du secteur académique, chercheurs du secteur privé et chercheurs du secteur intermédiaire ont des activités de publications différentes, et dans quelle proportion. En effet, si dans les sections précédentes, nous avons pu montrer que ces trois communautés se distinguent assez clairement sur un certain nombre de points – notamment au niveau de la nature des activités de R&D, de la participation à des réseaux scientifiques et plus généralement des différents moyens utilisés pour la recherche, de l'autonomie et des contraintes dans l'activité de recherche – nous souhaitons effectuer une analyse pour déterminer si une telle conclusion est valable au niveau d'un des outputs importants de l'activité de R&D, la publication.

Dans une seconde section (3.3.2.), nous allons étudier les profils de collaboration au niveau des publications. On veut tout d'abord savoir si chercheurs du secteur intermédiaire et post-doctorants ont des profils de collaboration dans les publications plus ou moins proches. On veut ensuite modéliser les collaborations au niveau des publications et plus précisément la probabilité d'avoir, pour les chercheurs académiques et les chercheurs du secteur intermédiaire, écrit un ou plusieurs articles en commun avec des chercheurs du secteur privé, pour savoir dans quelle mesure chercheurs du secteur académique et chercheurs du secteur intermédiaire sont différents sur cet aspect, en contrôlant pour un certain nombre de variables susceptibles d'affecter les conclusions obtenues à partir des statistiques descriptives.

3.3.1. Publier, une activité à intensité variable : les variables explicatives du nombre de publications

Le nombre moyen d'articles publiés durant l'emploi actuel est fourni dans le Tableau 169.⁷⁸⁷ Les chercheurs du secteur privé publient clairement moins que les chercheurs du secteur public alors que les chercheurs du secteur intermédiaire se situent, à l'exception de la physique, encore une fois dans une situation médiane entre les deux premières catégories de chercheurs.⁷⁸⁸

Nous aurions aimé comparer le nombre de publications des post-doctorants notamment à celui des chercheurs du secteur intermédiaire. Néanmoins, notre base de données est trop limitée pour faire ce type de comparaisons en toute rigueur. Les différences sont trop importantes entre ces deux populations notamment au niveau de la durée dans l'emploi et nous n'avons aucune garentine quant à la comparabilité de la qualité des publications. Rappelons simplement que nous avons montré que ce sont les post-doctorants restés en France qui publient moins que les post-doctorants à l'étranger (respectivement environ 1.1 et 2 articles) mais que ceci est pour partie imputable aux différences de durées des post-doctorats.

Tableau 169. Nombre moyen de publications par secteur d'emploi et par discipline.

	Public	Privé	Intermédiaire
Physique	2.1	1.2	1.0
Chimie	3.9	0.6	0.8
Biologie	1.6	0.1	1.3
Maths-info	4.2	1.8	2.3

Source : enquête Irédu 2001.

3.3.1.1. Les modèles utilisés : traiter un phénomène discret, à distribution oblique et à valeurs non négatives

L'analyse plus précise du nombre de publications au cours de l'emploi actuel va être menée à l'aide de différents modèles économétriques. Le nombre de publications est expliqué par trois groupes de variables principaux :

⁷⁸⁷ Il s'agit du nombre de publications non corrigé de la durée dans l'emploi.

⁷⁸⁸ Leur nombre moyen de publications semble malgré tout se rapprocher davantage de celui du secteur privé que de celui du secteur académique.

- La discipline du doctorat.
- L'orientation de la thèse.
- Le secteur d'emploi.

Mais, pour estimer correctement les paramètres relatifs à ces variables, il faut tenir compte de la durée variable des emplois décrits. En effet, certains docteurs sont en emploi depuis plus longtemps que d'autres et ont alors pu publier davantage. Nous introduisons donc une variable « d'expérience » donnant la durée dans l'emploi actuel. Nous introduisons également son carré pour tenir compte d'un éventuel effet quadratique.

Nous estimons tout d'abord des modèles sans sélection : linéaires, de Poisson et binomiaux négatifs. Ensuite, nous estimons des modèles de Poisson avec sélection.⁷⁸⁹ En effet, nous n'observons pas le nombre de publications pour l'échantillon dans son ensemble mais seulement pour une partie des individus : ceux qui ont un emploi de chercheur au moment de l'enquête. Les coefficients estimés à partir des modèles sans prise en compte de cette sélection sont donc susceptibles d'être biaisés s'il existe des caractéristiques inobservables différentes d'une population à l'autre.

Le modèle linéaire fait donc dépendre le nombre de publications y_i de l'ensemble de variables explicatives \mathbf{x}_i comme suit :

$$y_i = \mathbf{x}_i \boldsymbol{\beta} + u_i \quad u_i \sim N(0, \sigma^2)$$

Pour le modèle de Poisson, si Y désigne la variable aléatoire décrivant le nombre de publications d'un individu :

$$P(Y = y_i) = \frac{e^{-\lambda_i} \lambda_i^{y_i}}{y_i!}$$

où : $\ln \lambda_i = \boldsymbol{\beta}' \mathbf{x}_i$

⁷⁸⁹ Des modèles linéaires avec sélection et des modèles binomiaux négatifs avec sélection auraient pu être estimés. Cependant, il semble que les modèles de Poisson avec sélection soient suffisants vu les données dont nous disposons ici.

Il s'agit du modèle de régression de Poisson simple sans sélection.⁷⁹⁰

L'équation de sélection s'écrit alors :

$$z_i^* = \boldsymbol{\delta}' \mathbf{w}_i + v_i \quad v_i \sim N(0,1)$$

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

(y_i, \mathbf{x}_i) observés uniquement quand $z_i = 1$.

z_i représente le fait de savoir si l'individu a des activités de R&D dans l'emploi actuel. Si c'est le cas, il est alors possible qu'il ait eu des activités de publications et le nombre de publications peut être observé. Dans le cas contraire, le nombre de publications n'est pas observé.

Le modèle de Poisson avec sélection s'écrit alors :

$$P(Y = y_i | \mathbf{x}_i, z_i = 1) = \frac{e^{-\lambda_i} \lambda_i^{y_i}}{y_i!}$$

$$\ln \lambda_i = \boldsymbol{\beta}' \mathbf{x}_i + \rho \frac{\phi(\boldsymbol{\delta}' \mathbf{w}_i)}{\Phi(\boldsymbol{\delta}' \mathbf{w}_i)}$$

où $\frac{\phi(\boldsymbol{\delta}' \mathbf{w}_i)}{\Phi(\boldsymbol{\delta}' \mathbf{w}_i)}$ est le terme de correction du problème de sélection.⁷⁹¹ L'estimation de ce modèle est alors réalisée par la maximisation de la vraisemblance.

Plusieurs vecteurs \mathbf{w}_i différents ont été testés. Nous présentons ici les résultats obtenus avec deux équations de sélection différentes (Tableau 171, p. 562). La première comprend la discipline du doctorat et le fait d'être titulaire ou non d'un diplôme d'ingénieur. La deuxième comprend en plus les variables « allocataire-moniteur » et « thèse plutôt fondamentale ». D'autres variables ont été introduites dans l'équation de sélection mais nous avons parfois rencontré un certain nombre de difficultés dans l'estimation du modèle global. En particulier,

⁷⁹⁰ Identique à celui que nous avons déjà utilisé précédemment dans la section « 1.2. Les déterminants de la productivité en thèse : résultats des estimations », p. 406 et suivantes.

⁷⁹¹ Terme similaire à celui de Heckman (1979) dans les modèles de régression linéaire. Dans la section « 2.2. Les rémunérations des post-doctorants » (p. 444 et suivantes) nous avons présenté ce modèle de façon extensive. Voir le commentaire de Greene (1981) et l'actualisation dans Heckman (1990).

l'estimation par la méthode du maximum de vraisemblance à information complète avait souvent du mal à converger. On s'est alors rabattu sur une méthode d'estimation par maximum de vraisemblance à information limitée en deux étapes.

Les modèles sans sélection fournissent quelques résultats intéressants mais également un certain nombre de résultats surprenants (Tableau 170, p. 561). En particulier, les modèles linéaires paraissent relativement peu adaptés⁷⁹² à l'estimation du nombre de publications. En effet, la variable explicative comporte un nombre élevé de « zéros », ce qui introduit un biais important dans les coefficients estimés. C'est pourquoi, on n'accordera qu'un intérêt limité aux estimations fournies par le modèle linéaire.

3.3.1.2. L'amorce d'un cycle de vie au niveau des publications ?

Les variables de contrôle de la durée dans l'emploi (« expérience » et « expérience au carré ») sont en général très significatives à part dans les modèles binomiaux négatifs. On constate donc un effet quadratique qui correspond à l'amorce d'un cycle de vie dans l'activité de publications des chercheurs. Avec les coefficients estimés, en début de carrière et jusqu'à un point maximum évalué ici entre 120 et 140 mois (10-12 ans dans l'emploi) les chercheurs auraient un profil croissant de publications, toutes choses égales par ailleurs.⁷⁹³ Au-delà de ce point, le profil de publications serait décroissant.

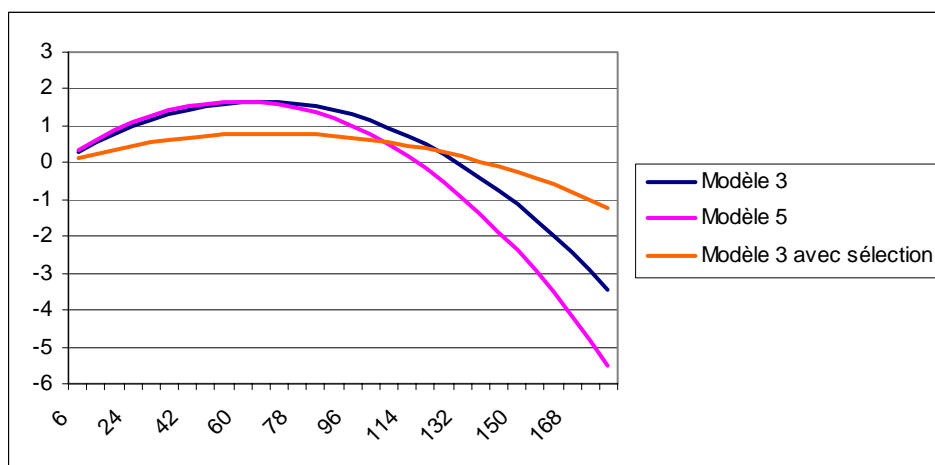
Le profil théorique de publications des chercheurs – il s'agit de l'effet marginal du nombre de mois d'expérience sur le nombre de publications calculé à partir des coefficients estimés des modèles sans sélection numéro 3 et 5 et du modèle avec sélection numéro 3 – est représenté dans la Figure 53. Les profils de publications des deux modèles sans sélection sont similaires alors que le profil calculé avec le modèle avec prise en compte du phénomène de sélection est plus aplati. Quoiqu'il en soit, ces modèles fournissent la même représentation schématique des profils de publications moyens théoriques « toutes choses égales par ailleurs », pour l'ensemble des chercheurs, quelque soit leur secteur d'emploi : une période de croissance des publications à taux croissant qui dure, selon ces modèles, de 5 à 7 ans, suivie d'une période de croissance à taux décroissants, d'une durée de 5 à 7 ans également, qui se termine par une décroissance absolue du nombre de publications. Notons toutefois que ce

⁷⁹² Contrairement à l'étude du nombre de publications en thèse dont les différents modèles produisaient, somme toute, des résultats proches les uns des autres. Cf. section « 1.2.1. Les publications » (p. 406).

⁷⁹³ Avec le modèle 3 par exemple, en annulant la dérivée première de $0.051n - 1.95 \cdot 10^{-4}n^2$, où n est le nombre de mois dans l'emploi, on trouve ce point maximum $n^* = 0.051 / (2 \times 1.95 \cdot 10^{-4}) = 130.8$ mois.

profil est calculé sur une durée actuelle faible ce qui risque de ne pas rendre cette évaluation fiable sur le long terme c'est-à-dire de permettre une évaluation fiable des profils réels de publications des chercheurs au cours de leur cycle complet de vie.

Figure 53. Effort de publications des chercheurs en fonction du nombre de mois d'expérience.



Source : enquête Irédu 2001. Effet marginal du nombre de mois dans l'emploi sur le nombre de publications tel que calculé à partir des coefficients estimés des modèles considérés (Tableau 170 et Tableau 171), toutes choses étant égales par ailleurs.

3.3.1.3. Un effet Matthieu ?

D'autres variables ont été prises en compte dans les modèles, telles que le nombre de publications durant la thèse pour tester s'il existe, dès le début de la carrière de chercheur, un effet cumulatif dans les publications, un effet Matthieu.

Les historiens et les sociologues des sciences – Hagstrom (1965) et Merton (1973) par exemple – ont en effet montré que le système de récompense de la science favorise l'existence d'effets de feedback importants qui accordent davantage de crédit aux scientifiques qui ont une réputation déjà bien établie.⁷⁹⁴ Le nombre de publications a une dynamique cumulative (Blume 1974) qui fait que la concentration des publications entre chercheurs est importante.⁷⁹⁵

⁷⁹⁴ La conséquence de ce système est l'amplification de différences aléatoires au sein d'une population de chercheurs qui n'ont d'autre base que les processus de feedback. Pour le dire autrement, dans une population de chercheurs aux aptitudes identiques, des différences purement aléatoires dans les performances de recherche ou de publications initiales vont générer des processus cumulatifs permettant à certains d'entre eux d'acquérir une plus grande réputation que d'autres et de bénéficier ainsi d'une allocation de ressources de plus en plus favorable.

⁷⁹⁵ Illustrant ainsi la « loi » mise en évidence par Alfred Lotka (1926).

L'idée sous-jacente est qu'un chercheur qui a publié beaucoup au début de sa carrière obtient l'accès à un ensemble de ressources – telles qu'un environnement dynamique, un laboratoire stimulant, des financements importants... – qui va faciliter ses recherches ultérieures et qui l'encouragent à publier encore davantage. Une hypothèse concurrente pour expliquer cette situation (Heckman 1981) est que les individus ont des caractéristiques inobservables différentes qui sont stables dans le temps, différences qui sont à l'origine de leurs actions. Le nombre de publications serait par exemple accru à chaque date par l'habileté, l'intelligence ou l'intuition que possèdent certains chercheurs.

Les économistes de la science ont également montré que la hiérarchie des productivités des scientifiques persiste au cours du cycle de vie (David 1994, Levin et Stephan 1991). Sans que nos estimations puissent réellement infirmer ou confirmer l'existence d'un effet Matthieu, on peut néanmoins peut-être dégager, à l'aide de nos données, l'amorce d'un cycle de vie ou d'un processus cumulatif dans le nombre de publications.

A partir de nos estimations, on constate que le nombre d'articles publiés durant la thèse exerce un léger effet sur le nombre de publications dans l'emploi actuel, toutes choses égales par ailleurs. Sur le début de carrière, un léger effet Matthieu serait donc observé, entendu ici au sens où les docteurs qui ont publié plus en thèse continuent à publier davantage dans leur emploi actuel.⁷⁹⁶ La variable « nombre de publications en thèse » possède un caractère synthétique puisque nous avons vu qu'elle était elle-même expliquée par un ensemble de variables individuelles caractérisant les thésards et leurs activités en thèse.⁷⁹⁷ Il est ainsi moins nécessaire d'introduire, ce qui aurait été source de nouveaux problèmes d'estimation, les variables caractérisant l'activité en thèse dans les modèles en question ici.

3.3.1.4. L'impact du « secteur » d'emploi, de la discipline et de l'orientation des activités de recherche

La nature de l'emploi possédé joue sans conteste un rôle dans l'activité de publications. Ainsi, les chercheurs académiques ont publié, toutes choses égales par ailleurs, 0,3 à 0,4 articles de plus que les chercheurs du secteur intermédiaire. Mais c'est bien davantage le fait

⁷⁹⁶ Avec un effet marginal par publications durant la thèse évalué à 0.06 dans les modèles sans sélection (3 et 5) et 0.03 dans le modèle 3 avec sélection. Nous avons également tenté de prendre en compte des variables relatives au post-doc et en particulier le nombre de publications en post-doc. Hélas, nous avons eu à faire face à de nombreuses difficultés liées à ces variables. En effet, le nombre de publications n'est observé que pour les individus qui ont effectué un post-doc ce qui entraîne un problème supplémentaire de sélection.

⁷⁹⁷ Voir par exemple le Tableau 122, p. 413.

d'être chercheur dans le secteur privé qui diminue le nombre d'articles publiés (effet marginal autour de -0.6). La prise en compte des biais de sélection estompe la disparité entre chercheurs universitaires et chercheurs du secteur intermédiaire⁷⁹⁸ sans, toutefois, annuler l'effet secteur privé.

La discipline scientifique semble jouer également un rôle dans le nombre d'articles publiés. En effet, les docteurs en physique, chimie et sciences de la vie publieraient significativement moins que les docteurs en mathématiques et informatique.⁷⁹⁹ Néanmoins, ces différences s'estompent quelque peu avec l'utilisation des modèles de Poisson et des modèles binomiaux négatifs. Les modèles tenant compte des problèmes de sélection diminuent encore les différences dans le nombre de publications selon les disciplines (entre -0.2 et -0.5 publications selon la discipline et le modèle avec sélection considéré). Les différences dans l'activité de publications seraient donc peu expliquées par les effets disciplines mais bien plus par les caractéristiques des individus et de l'emploi.

La nature des recherches menées a également été introduite dans les modèles. Les chercheurs à recherches fondamentales et appliquées ont bien évidemment une activité de publications plus importante que les chercheurs qui font du développement. Par contre, peu de différences se font sentir entre individus dont l'activité consiste à faire de la recherche plutôt appliquée et ceux qui font plutôt de la recherche fondamentale. Les différences sont encore moindres sur cet aspect dans les modèles avec prise en compte du phénomène de sélection que dans les modèles sans correction pour le phénomène de sélection non aléatoire.

Alors que dans les modèles sans sélection la variable sexe semble très significative, dans le sens d'un plus faible nombre d'articles publiés par les femmes⁸⁰⁰, cette variable a un effet plus faible et peu significatif dans les modèles 2 et 3 tenant compte des phénomènes de sélection.⁸⁰¹ Les différences observées entre les deux types de modèles proviennent probablement du fait que les femmes accèdent plus difficilement à des emplois de chercheurs,

⁷⁹⁸ L'effet de la variable « secteur académique » devient peu (modèle 1 avec sélection) ou pas significatif (modèle 2 et 3 avec sélection).

⁷⁹⁹ Rappelons qu'il ne s'agit pas de la productivité réelle par individu puisque nous ne contrôlons pas, par exemple, pour le nombre de coauteurs par papier. Pour pallier en partie à ce problème, nous avons essayé d'introduire les variables simples de collaboration que nous possédons dans la base, en vain, ces variables n'ayant pas les effets significatifs attendus.

⁸⁰⁰ Cette moindre productivité féminine est un résultat conforme à plusieurs études internationales. Voir par exemple les références citées dans NSF (2003).

et en particulier à des emplois de chercheurs dans le secteur académique⁸⁰², que les hommes.⁸⁰³

3.3.1.5. Les équations de sélection

Disons quelques mots supplémentaires sur les équations de sélection du Tableau 171. L'équation de sélection du modèle 1 est minimale puisqu'elle introduit simplement une variable supplémentaire, la variable ingénieur, en plus des variables de disciplines. Les coefficients du modèle de Poisson ne sont donc probablement pas totalement expurgés d'un certain effet de sélection. Les équations de sélection des modèles 2 et 3 prennent en compte, en revanche, des variables supplémentaires – allocataire-moniteur et orientation appliquée de la thèse – qui permettent de mieux appréhender l'effet de sélection. On constate malgré tout que l'effet discipline demeure important : en particulier, l'effet des sciences de la vie est très clair, les docteurs de cette discipline ont une probabilité d'accès à un emploi de chercheur bien plus faible qui résulte principalement de la durée importante des post-docs dans ce champ scientifique. Les ingénieurs ont, sans surprise, une insertion plus aisée, ainsi que les allocataires-moniteurs. De même, les individus dont la thèse était plutôt appliquée ont une probabilité plus élevée d'être chercheur au moment de l'enquête. D'autres variables, en particulier de financement de la thèse, avaient été testées dans l'équation de sélection, sans grand succès.

⁸⁰¹ Dans le modèle linéaire, cette variable n'est pas significative ; mais comme nous l'avons déjà dit, les modèles linéaires sont peu satisfaisants pour l'étude entreprise ici.

⁸⁰² Nous ne contrôlons pas pour cet effet de sélection (lié à la probabilité différente d'accéder à un emploi académique « traditionnel »).

⁸⁰³ Nous avons tenté d'introduire directement la variable sexe féminin dans l'équation de sélection ; elle était significative et jouait dans le sens indiqué (plus faible probabilité d'accéder à un emploi de chercheur). Néanmoins, il était préférable d'introduire des variables moins directement corrélées – en dehors des variables de disciplines présentes dans les deux équations – aux variables du modèle Poissonien. Nous n'avons donc pas maintenu la variable de genre dans les modèles présentés ici.

Tableau 170. Nombre de publications dans l'emploi actuel : modèles sans sélection.

	Modèle 1 (Linéaire)	Modèle 2 (Poisson)	Modèle 3 (Poisson)	Modèle 4 (Binomial négatif)	Modèle 5 (Binomial négatif)
Constante	-0,067 (0,568)	-1,192*** (0,224)	-1,441*** (0,236)	-1,549*** (0,463)	-1,731*** (0,495)
Sexe féminin	-0,349 (0,280)	-0,392*** (0,119)	-0,369*** (0,118)	-0,464** (0,208)	-0,463** (0,208)
Recherches plutôt fondamentales	1,049** (0,418)	0,662*** (0,145)	0,534*** (0,151)	0,955*** (0,318)	0,789** (0,341)
Plutôt appliquées	1,121*** (0,349)	0,736*** (0,136)	0,724*** (0,136)	1,027*** (0,314)	0,976*** (0,326)
Secteur : académique	0,522 (0,352)	0,341** (0,154)	0,404*** (0,154)	0,305 (0,252)	0,358 (0,245)
Privé	-0,682** (0,346)	-0,600*** (0,166)	-0,517*** (0,167)	-0,632** (0,277)	-0,579** (0,277)
Discipline : physique	-0,889** (0,392)	-0,456*** (0,147)	-0,460*** (0,145)	-0,420 (0,268)	-0,396 (0,280)
Chimie	-0,783* (0,426)	-0,359** (0,149)	-0,452*** (0,151)	-0,557* (0,289)	-0,664** (0,296)
Sciences de la vie	-0,977** (0,399)	-0,514*** (0,149)	-0,556*** (0,149)	-0,569* (0,292)	-0,619** (0,289)
Expérience	0,028** (0,014)	0,050*** (0,005)	0,051*** (0,005)	0,055*** (0,015)	0,057*** (0,015)
Expérience au carré	3,30E-4** (1,56E-4)	-1,82E-4*** (3,91E-5)	-1,95E-4*** (3,94E-5)	-2,26E-4 (2,03E-4)	-2,43E-4 (2,04E-4)
Nombre de publications en thèse	0,082 (0,050)		0,064*** (0,020)		0,059* (0,035)
Alpha				0,941*** (0,146)	0,916*** (0,145)
R2	0,31	0,34	0,35		
Ln L		-630,4	-625,7	-538,0	-536,4
Ln L0		--840,8	-840,8	-630,4	-625,7
Chi deux		420,8***	430,3***	184,8***	178,5***
Nombre d'obs.	350	350	350	350	350

Source : enquête Irédu 2001. Estimations ML. Modèle 1 : coefficients estimés. Modèle 2 à 5 : effets marginaux. Erreurs types entre parenthèses. * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

Tableau 171. Nombre de publications durant l'emploi actuel : modèles de Poisson avec sélection.

	Modèle 1		Modèle 2		Modèle 3	
	Poisson	Probit	Poisson	Probit	Poisson	Probit
Constante	-0,897** (0,454)	0.829*** (0.189)	-0,285 (0,300)	0.496** (0,217)	-0,420 (0,347)	0.496** (0,217)
Sexe féminin	-0,397*** (0,132)		-0,170* (0,090)		-0,167* (0,089)	
Recherches plutôt fondamentales	0,706*** (0,174)		0,309** (0,133)		0,264** (0,117)	
Plutôt appliquées	0,748*** (0,170)		0,302** (0,148)		0,310** (0,150)	
Secteur : académique	0,325* (0,196)		0,133 (0,092)		0,169 (0,104)	
Privé	-0,615*** (0,215)		-0,251** (0,126)		-0,226* (0,118)	
Discipline : physique	-0,483** (0,195)	-0,125 (0,228)	-0,218** (0,105)	-0,062 (0,234)	-0,227** (0,109)	-0,062 (0,234)
Chimie	-0,377* (0,205)	-0,442** (0,231)	-0,204*** (0,071)	-0,354 (0,238)	-0,252*** (0,088)	-0,354 (0,238)
Sciences de la vie	-0,499** (0,214)	-0,851*** (0,208)	-0,273*** (0,069)	-0,686*** (0,217)	-0,302*** (0,080)	-0,686*** (0,217)
Expérience	0,050*** (0,008)		0,021** (0,009)		0,023** (0,010)	
Expérience au carré	-1.8E-4*** (4.68E-5)		-7,32E-5** (3,80E-5)		-8,25E-5** (4.13E-5)	
Nombre de publi durant la thèse					0,028* (0,015)	
Ingénieur		0,584*** (0,147)		0,544*** (0,150)		0,544*** (0,150)
Allocataire moniteur				0,317** (0,165)		0,317** (0,165)
Thèse plutôt appliquée				0,378*** (0,132)		0,378*** (0,132)
Ratio de Mills	-1,348** (0,570)		-0,578** (0,297)		-0,708** (0,345)	
lnL	-629.8		-625.5		-621.2	
lnL0	-840.8		-840.8		-640.8	
Chi deux	421.9***		430.5***		439.2***	
R2p	0.36		0.37		0.37	
R2d	0.36		0.37		0.38	
Nombre d'obs.	350		350		350	

Source : enquête Irédu 2001. Estimation par le maximum de vraisemblance à information limitée en deux étapes (voir texte). Première colonne de chaque modèle : effets marginaux du modèle de Poisson avec sélection. Deuxième colonne : coefficients du modèle probit de sélection. * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

3.3.2. Publier, une activité collaborationniste : les déterminants de la collaboration dans les publications

La proportion de chercheurs ayant publié au moins un article durant leur emploi actuel est relativement différente d'un secteur à l'autre. Elle est plus élevée dans le secteur public et

universitaire que dans les deux autres secteurs qui ne se distinguent pas l'un de l'autre sur ce point (première ligne du Tableau 172).

Les transferts de connaissances codifiées entre secteurs peuvent être mesurés par la collaboration au niveau des articles publiés. Si les chercheurs au CNRS et les enseignants-chercheurs des universités publient très majoritairement avec leurs pairs, soit avec des chercheurs de leur laboratoire – à 87% – soit avec des chercheurs externes mais du secteur public ou académique – à 69% –, ils publient en revanche relativement peu avec les chercheurs du secteur privé puisque seulement 12% d'entre eux optent pour ce mode de collaboration. Pour leur part, les chercheurs du secteur privé publient avec leurs pairs mais également, même si c'est dans une moindre proportion, avec des chercheurs de la sphère publique et universitaire. Les chercheurs du secteur intermédiaire publient essentiellement avec des chercheurs du secteur académique mais également, et dans une plus forte proportion que les chercheurs du secteur académique, avec les chercheurs du secteur privé.

Au niveau des publications, le secteur de la recherche publique exerce un rôle dominant et les transferts de connaissances codifiées sont donc asymétriques. Si 36% des chercheurs du secteur privé publient avec des chercheurs du secteur public, seulement 12% des chercheurs académiques publient avec des chercheurs du secteur privé.

Pour les post-doctorants, nous avons vu qu'une minorité d'entre eux (4%) ont publié avec des chercheurs du secteur privé et que cette proportion varie assez peu quelque soit la catégorie de post-doctorants considérée (de 2% pour les post-doctorants en France ayant effectué leur post-doc dans un laboratoire autre que celui de leur thèse à 8% pour les post-doctorants restés en France dans leur laboratoire de thèse).⁸⁰⁴ Dans ce cas, en dépit des difficultés de comparabilité des deux populations (notamment au niveau des structures disciplinaire et des durées dans l'emploi), post-doctorants et chercheurs du secteur académique ont des profils de publications relativement proches alors que les chercheurs du secteur intermédiaire s'en éloignent. Ce n'est pas surprenant compte tenu des objectifs de la majorité des post-doctorats, permettre l'entrée dans la profession académique.

⁸⁰⁴ Cf. Tableau 133, p. 442.

Tableau 172. Collaboration dans les publications par secteur d'emploi (%).

	Académique	Privé	Intermédiaire	Ensemble
A publié au moins un article	70	37	38	51
Type de collaboration dans les publications				
Seul	24	17	3	18
Avec des chercheurs internes	87	60	79	79
Avec chercheurs publics externes	69	36	42	56
Avec chercheurs secteur privé	12	38	33	22

Source : enquête Irédu 2001. Première ligne : proportion des chercheurs ayant publié au moins un article. Pour les types de collaboration (réponses multiples possibles), proportion parmi les individus qui ont publié.

Pour mieux appréhender les déterminants de la collaboration dans les publications, nous nous sommes intéressés aux collaborations des chercheurs académiques et intermédiaires avec des chercheurs privés. Nous excluons de l'estimation les chercheurs du secteur privé car leur collaboration avec d'autres chercheurs privés est peu informatif sur les transferts de connaissances entre secteurs.

3.3.2.1. Les modèles utilisés : traiter les problèmes de sélection et d'observabilité partielle

Nous estimons des modèles probit simples pour expliquer l'activité de publications des chercheurs publics et intermédiaires avec des chercheurs du secteur privé :

$$y_i^* = \beta' x_i + \varepsilon_i, \quad \varepsilon_i \sim N(0,1)$$

où y_i^* est une variable latente inobservable. La variable dépendante y_i , qui décrit l'activité de publication des individus, est telle que :

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

$y_i = 1$ si l'individu a publié avec des chercheurs du secteur privé et $y_i = 0$ sinon. x_i est le vecteur des variables explicatives et β le vecteur des paramètres à estimer.

Cependant, le résultat final observé – le fait d'avoir publié ou non avec des chercheurs privés – n'est en fait observé que pour les individus ayant publié au moins un article durant leur emploi. Comme nous ne prenons en compte qu'un sous échantillon – les chercheurs publics et intermédiaires – le problème de sélection ne peut être traité à l'aide d'un modèle bivarié classique. Par contre, la probabilité d'avoir publié avec des chercheurs privés pour la

population concernée peut en fait être décomposée en un produit de deux éléments : la probabilité d'avoir publié au moins un article et la probabilité d'avoir publié avec des chercheurs privés conditionnellement au fait d'avoir publié au moins un article. On se situe alors dans un cas d'observabilité partielle⁸⁰⁵ puisque seul le résultat de deux « décisions » est connu. Plus formellement, notons y_{i1} la variable « avoir publié un article » et y_{i2} la variable « avoir publié avec des chercheurs privés ». Nous n'observons en fait que la variable $Z_i = y_{i1} \cdot y_{i2}$ telle que :

$$z_i = \begin{cases} 1 & \text{si } y_{i1} = 1 \text{ et } y_{i2} = 1 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

La fonction de vraisemblance à maximiser est alors (en reprenant les notations déjà utilisées) :

$$\ln L(\beta_1, \beta_2, \rho) = \sum_i^N \{z_i \ln F(\beta_1 x_{i1}, \beta_2 x_{i2}, \rho) + (1 - z_i) \ln [1 - F(\beta_1 x_{i1}, \beta_2 x_{i2}, \rho)]\}$$

Dans les modèles probit bivariés à observabilité partielle, des problèmes bien connus de convergence existent ce qui implique de trouver des vecteurs de variables explicatives suffisamment différents pour les deux équations. Nous rencontrons ces problèmes ici ce qui se traduit par une certaine instabilité des coefficients estimés entre les différents modèles estimés. On veillera donc à rester prudent dans l'interprétation des résultats donnés, pour ces modèles globalement assez peu satisfaisants.

Les résultats des modèles probit simples (Tableau 173, p. 568) tendraient à montrer que les femmes et les ingénieurs ont tendance à publier moins avec des chercheurs du secteur privé. Néanmoins, dans les modèles à observabilité partielle (Tableau 174, p. 569) ces deux variables ne sont plus significatives et n'ont pas été maintenues dans l'équation modélisant la probabilité d'avoir publié avec des chercheurs privés. L'équation de sélection montre que les deux variables en question ont des effets sur la probabilité de publier mais pas sur la probabilité de publier avec des chercheurs du secteur privé.

3.3.2.2. Les effets des variables résumant l'activité de R&D

⁸⁰⁵ Poirier (1980) et Abowd et Farber (1982) constituent les références de base pour ce type de modèle. Voir également Meng et Schmidt (1985).

La variable « secteur académique » qui recense les individus qui sont chercheurs à l'université ou dans la recherche publique n'exerce pas d'effet dans les modèles simples mais a un effet négatif dans les modèles à observabilité partielle. On note, dans ces derniers, que les chercheurs du secteur académique – par rapport aux chercheurs du secteur intermédiaire – ont une plus forte probabilité de publier mais qu'ils ont une plus faible probabilité de publier avec des chercheurs du secteur privé. L'influence de l'appartenance à la communauté scientifique publique fait clairement ici sentir ses effets, toutes choses égales par ailleurs.

L'orientation des recherches n'a par contre pas d'influence sur le fait de publier avec des chercheurs du secteur privé. Les individus à recherche plutôt appliquée ou les individus qui font du développement, par rapport aux chercheurs qui ont une activité de recherche plutôt fondamentale (la référence), n'ont pas en effet une probabilité différente de publier avec des chercheurs du secteur privé.⁸⁰⁶ En revanche, les chercheurs à recherches appliquées semblent publier davantage.

Des variables plus essentielles – bien que ces variables soient assez peu significatives dans les modèles à observabilité partielle – concernent l'activité de recherche des chercheurs publics et intermédiaires et les contacts que cela leur permet d'avoir dans les autres communautés scientifiques. En effet, si les chercheurs effectuent des contrats de recherche pour des partenaires extérieurs alors la probabilité qu'ils publient avec des chercheurs du secteur privé est clairement plus élevée ; il demeure une légère influence positive de cette variable une fois pris en compte les problèmes d'observabilité incomplète.⁸⁰⁷ La participation à un réseau scientifique favoriserait, même si c'est de façon moindre, la publication en commun avec des chercheurs du secteur privé ; cette variable n'est par contre pas significative dans les modèles à observabilité partielle.

Ces deux variables montrent que le contenu concret des recherches menées par les chercheurs du secteur public et intermédiaire, et en particulier le fait d'entreprendre des recherches avec des partenaires extérieurs – et essentiellement privés dans le cadre des contrats de recherche – ou des collaborations grâce à des réseaux scientifiques, les amènent, dans certains cas, à une production d'articles scientifiques en commun. La réalisation de contrats de recherche avec le secteur privé est donc valorisée dans un certain nombre de cas –

⁸⁰⁶ Ces variables ne sont significatives, ni dans les modèles sans sélection, ni dans les modèles à observabilité partielle.

⁸⁰⁷ Mais seulement dans le modèle 2 et à 10%.

et c'est sans doute une condition nécessaire et importante pour certains chercheurs dans la décision qu'ils prennent de participer ou non à des contrats de recherche – par la production de papiers scientifiques en commun.

3.3.2.3. L'effet des variables de carrières et de durées

Nous avons également introduit une variable de carrière envisagée. Les individus qui envisageaient une carrière à l'université ou dans la recherche publique au début de leur doctorat auraient alors une plus forte probabilité de publier en commun avec des chercheurs privés.⁸⁰⁸ Cette variable peut traduire l'intérêt ou le dynamisme de ces chercheurs qui dès le début de la thèse étaient particulièrement intéressés par la profession académique.⁸⁰⁹

Enfin, et toujours pour tenir compte de la durée dans l'emploi, différente selon les individus, nous avons introduit, dans les modèles à observabilité incomplète, les variables d'expérience et d'expérience au carré. On contrôle ainsi l'effet de la durée dans l'emploi sur la probabilité d'avoir publié au moins un article. L'effet⁸¹⁰, en bosse, de la durée sur la probabilité d'avoir publié est similaire à celui observé sur le nombre de publications.⁸¹¹

⁸⁰⁸ Cette variable est sans effet dans les modèles à observabilité partielle.

⁸⁰⁹ Mais elle pose, comme nous avons eu l'occasion de le signaler, un certain nombre de problèmes, de réinterprétation du passé et de sélection notamment, et soulève plusieurs questions, particulièrement sur la validité de l'influence d'une telle variables de nombreuses années après la fin de la thèse.

⁸¹⁰ Même si le terme au carré n'est pas significatif.

⁸¹¹ On peut calculer que la probabilité théorique de publication la plus élevée est observée après 10 ans de carrière.

Tableau 173. Probabilité d'avoir publié avec des chercheurs du secteur privé pour les chercheurs du secteur académique et intermédiaire : modèles probit univariés.

	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3
Constante	-1.88*** (0.43)	-1.87*** (0.42)	-1.04** (0.52)
Sexe : féminin	-0.72** (0.34)	-0.73** (0.34)	-1.0*** (0.41)
Ingénieur	-0.51* (0.29)	-0.73** (0.33)	-0.64** (0.34)
Secteur : académique	-0.35 (0.29)	-0.26 (0.30)	-0.23 (0.34)
Recherche : appliquée	0.46 (0.35)	0.35 (0.35)	0.25 (0.40)
Développement	0.036 (0.37)	0.0012 (0.37)	0.51 (0.43)
Effectue des contrats de recherche	0.82*** (0.28)	0.67** (0.29)	0.93*** (0.34)
Participe à un réseau scientifique	0.59** (0.28)	0.55** (0.29)	0.43 (0.32)
Carrière envisagée : académique		0.61** (0.31)	1.09*** (0.39)
Contrôle pour la discipline	Non	Non	Oui
lnL	-57.4	-55.6	-47.4
lnL0	-75.4	-75.4	-75.4
Chi-deux	35.9***	39.5***	56.0***
Nombre d'observations	236	236	236

Source : enquête Irédu 2001. Estimations ML. Coefficients estimés avec erreurs types entre parenthèses. * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

Tableau 174. Probabilité d'avoir publié avec des chercheurs du secteur privé pour les chercheurs du secteur académique et intermédiaire : modèles à observabilité partielle.

	Modèle 1		Modèle 2	
	A publié	Sélection	A publié	Sélection
Constante	-0.34 (0.83)	-1.14*** (0.29)	0.63 (0.76)	-1.12*** (0.29)
Sexe : féminin		-0.66*** (0.21)		-0.66*** (0.21)
Ingénieur		-0.52*** (0.21)		-0.51*** (0.21)
Secteur : académique	-1.06*** (0.35)	0.86*** (0.22)	-1.04*** (0.39)	0.85*** (0.21)
Recherche : appliquée	0.14 (0.38)	0.54*** (0.20)	-0.41 (0.56)	0.53*** (0.20)
Développement	-0.34 (0.52)	0.27 (0.31)	0.08 (0.64)	0.25 (0.31)
Effectue des contrats de recherche	0.58 (0.41)		0.99* (0.62)	
Participe à un réseau scientifique	0.25 (0.34)		-0.03 (0.38)	
Carrière envisagée : académique			1.16 (0.83)	
Expérience		0.040** (0.017)		0.039** (0.017)
Expérience au carré		-0.00017 (0.0003)		-0.00017 (0.0003)
Contrôle pour la discipline		Non	Oui	
lnL		-167.3	-157.9	
Rho		-0.70** (0.35)	-0.76** (0.40)	
Nombre d'observations		236	236	

Source : enquête Irédu 2001. Estimations ML. Coefficients estimés avec erreurs types entre parenthèses. * significatif à 10%, ** significatif à 5%, *** significatif à 1%.

Conclusion

Reprenons, de façon sélective, quelques-uns des résultats obtenus dans ce chapitre lors de l'analyse des trois étapes de la vie d'une jeune scientifique.

Le financement obtenu en thèse, le laboratoire d'accueil et les perspectives de carrières déterminent en grande partie dès la période de thèse l'activité de recherche conduite. Au niveau de la productivité en thèse, mesurée en termes de publications et de conférences les Cifre publient moins alors que les allocataires-moniteurs publient relativement plus, toutes

choses étant égales par ailleurs. Les thésards qui ont fait leur thèse dans une UPR publient clairement plus que les thésards des autres laboratoires. Au niveau de la collaboration dans les publications durant la thèse, la co-publication d'articles avec des chercheurs du secteur privé demeure rare puisqu'elle ne concerne que 8% des doctorants. Les thésards à financements de nature plus particulièrement publique, entre autres les allocataires, les allocataires moniteurs, collaborent clairement moins avec les chercheurs du secteur privé. Les UMR-URA sont en revanche des structures qui favorisent la collaboration au niveau des publications avec des chercheurs du secteur privé.

Les deux tiers des docteurs envisageaient, au début de leur thèse, de travailler dans le secteur de la recherche publique ou universitaire et un tiers étaient plus intéressés par une carrière dans le secteur privé, les doctorants en physique-SPI étant particulièrement intéressés par une telle carrière, contrairement aux doctorants en sciences de la vie. La structuration des perspectives de carrières se fait progressivement puisque les perspectives de carrières sont expliquées par des caractéristiques qui prennent leur source avant la thèse – rôle du titre d'ingénieur – et pendant la thèse – nature des recherches et nature des financements. A l'aide de différentes modélisations, on a par exemple pu montrer que les docteurs Cifre ont sans surprise une probabilité plus forte de souhaiter une carrière dans le secteur privé. A l'inverse, les allocataires-moniteurs ont clairement une probabilité bien plus faible que les autres docteurs d'envisager une carrière dans le secteur privé.

Les post-doctorats avaient été définis dans le chapitre 2 comme des emplois temporaires devant permettre l'apprentissage du métier de chercheur. Nous avons montré que post-doctorants et chercheurs du secteur intermédiaire sont proches sur certains aspects (ce sont des chercheurs non titulaires possédant un contrat de travail à durée déterminée) alors qu'ils se différencient sur d'autres (notamment au niveau de la nature de l'employeur et de la durée d'accession à l'emploi). Nous avons ici apportés quelques précisions sur ce point. Au niveau des rémunérations, nous avons décelé, même s'il est délicat de procéder ainsi, que la rémunération des post-doctorants et celle des chercheurs du secteur intermédiaire sont relativement similaires. En combinant cet aspect revenu aux quelques éléments fournis sur l'activité de recherche des post-doctorants, nous avons vu qu'il est en fait possible d'isoler deux sous segments du marché post-doctoral : le premier est celui de la mobilité internationale, essentiellement en direction des USA. Ces post-doctorants ont une rémunération supérieure, une activité de recherche davantage orientée vers la recherche de base et une autonomie plus grande que les autres post-doctorants. Le second segment est

constitué par les post-doctorants restés en France – et singulièrement ceux qui effectuent leur post-doc dans le même laboratoire que celui de leur thèse – dont les conditions d'emploi et de recherche sont moins favorables comparées à celles du premier segment. Ce second segment semble donc rapprocher ces post-doctorants des chercheurs du secteur intermédiaire. C'est notamment le cas au niveau de l'autonomie et des contraintes ressenties dans l'activité de recherche.

Nous avons ensuite tenté de construire un indicateur synthétique de la qualité d'emploi à l'aide de la satisfaction au travail exprimée par les individus avec l'objectif d'en comprendre les déterminants en combinant des variables proches de l'économie du travail et de l'économie de l'innovation et du changement technique. Sur l'ensemble de notre échantillon, que les individus soient chercheurs ou non, nous avons montré que la nature des emplois et les perspectives de carrières ont un fort effet sur la satisfaction au travail. Nous avons ainsi montré qu'un fort effet positif sur la satisfaction au travail existe quand aspirations de carrières et emploi actuel correspondent, que les docteurs fussent intéressés, au début du doctorat, par le secteur de la recherche privée ou par le secteur académique. En revanche, les docteurs qui souhaitaient trouver un emploi à l'université ou dans la recherche publique et qui sont actuellement employés dans le secteur privé ont une probabilité bien plus faible d'être satisfaits avec leur emploi actuel. Pour les seuls chercheurs, nous avons pu montrer que les chercheurs les plus proches des normes académiques, les plus impliqués ou les plus actifs dans leur travail, à activité de recherche plutôt fondamentale et subissant le moins de contraintes sont également ceux qui retirent le plus de satisfaction de leur travail. Ces conclusions rejoignent ainsi celles qui ont été mises en évidence pour le cas américain. Par exemple, parmi les docteurs travaillant dans le secteur privé, ceux dont l'activité principale se rapproche de l'activité traditionnelle des universitaires et des chercheurs publics ont une satisfaction clairement plus importante que les docteurs du secteur privé déclarant d'autres activités principales. Pour ce qui concerne plus particulièrement les jeunes chercheurs français du secteur intermédiaire, la carrière qu'ils envisageaient en début de thèse ne semble pas avoir d'effet significatif sur leur satisfaction avec l'emploi actuel. Cette proposition signifie que ces individus possèdent des emplois qui leur offrent des satisfactions qui, sans être comparables à celles du secteur public ou à celles du secteur privé, sont somme toute probablement assez satisfaisantes pour un début de carrière. Cela leur offre des activités de recherche qui leur permettent de ne pas rompre avec le secteur académique tout en ayant, mais cela restait à démontrer, des conditions d'emploi et de travail certainement plus proches

de celles du secteur privé. Ce sont justement les conditions de travail et les activités de R&D des chercheurs qui ont ensuite été étudiés de façon plus détaillée.

Dans les deux dernières sous sections nous avons montré que le secteur intermédiaire semble agir comme une sorte de sous-traitant du secteur académique et du secteur privé de R&D, en réalisant majoritairement des recherches appliquées et le plus souvent sous forme de contrats de recherche. Cela semble laisser assez peu d'opportunités à ces chercheurs pour participer à des réseaux scientifiques, pour publier ou encore pour avoir des contacts réguliers ou une collaboration rapprochée avec le milieu académique. Nous avons ainsi montré que si la proportion de chercheurs du secteur universitaire et de la recherche publique qui effectue des recherches plutôt appliquées et plutôt fondamentales est identique, les recherches menées par les chercheurs du secteur privé sont très majoritairement appliquées, et dans une moindre proportion, il s'agit de développement. Les chercheurs du secteur intermédiaire se situent, dans chaque catégorie, dans une situation... intermédiaire. Nous avons également montré que les chercheurs du secteur intermédiaire appartiennent moins fréquemment à des réseaux scientifiques que les chercheurs du secteur public et, même, du secteur privé. De même, les chercheurs du secteur intermédiaire publient clairement moins que les chercheurs du secteur académique, mais davantage cependant que les chercheurs du secteur privé, une fois contrôlée pour un certain nombre d'autres variables. En revanche, les chercheurs du secteur académique ont une plus faible probabilité de publier avec des chercheurs du secteur privé que les chercheurs du secteur intermédiaire, toujours toutes choses égales par ailleurs.

En comparant post-doctorants et chercheurs du secteur intermédiaire, nous avons montré que 44% des post-doctorants effectuant leur post-doctorat dans leur laboratoire de thèse à 65% pour des post-doctorants aux Etats-Unis ont majoritairement des activités de recherche fondamentale, contre seulement 11% des chercheurs du secteur intermédiaire. L'écart entre les deux populations (post-doctorants et chercheurs du secteur intermédiaire) est donc important, même si les post-doctorants en post-doc dans leur laboratoire de thèse sont les plus proches des chercheurs intermédiaires. Au niveau de l'autonomie et des contraintes ressenties dans l'activité de recherche, les post-doctorants qui sont restés dans leur laboratoire de thèse et les chercheurs du secteur intermédiaire ont en revanche des profils similaires. Au niveau des profils de collaboration dans les publications, post-doctorants et chercheurs du secteur académique ont des profils de publications relativement proches alors que les chercheurs du secteur intermédiaire s'en éloignent. Ce n'est pas surprenant compte tenu des objectifs de la majorité des post-doctorats, permettre l'entrée dans la profession académique.

Conclusion

La naissance du marché du travail scientifique intermédiaire dont nous avons voulu démontrer l'existence tout au long de cette thèse a eu lieu dans un contexte historique particulier. En France, comme dans de nombreux autres pays de l'OCDE, à une forte augmentation du nombre de diplômés de doctorat sur une période relativement longue, pour dire vite, du milieu des années 80 au milieu des années 90, s'est combinée une internationalisation accrue des processus d'innovation et une complexité croissante, notamment en terme d'interdisciplinarité, de nombreux domaines scientifiques.

Les processus de production des scientifiques, et particulièrement des docteurs, ont été étudiés par une longue tradition de travaux qui ont été présentés dans le premier chapitre. Ces travaux qui se basent au départ sur un schéma offre-demande dans la plus pure tradition néo-classique, et qui ont ensuite été enrichis de nombreux développements, montrent que le marché du travail scientifique est par nature cyclique et que sa cyclicité prend sa source dans les délais de production des scientifiques. Les études empiriques confirment ce caractère cyclique du marché du travail des scientifiques, bien que leurs conclusions dépendent du pays et de la période étudiés, voire de la méthodologie utilisée.

Les deux études « macro » de cas auxquelles nous nous sommes livrées – la première concerne le cas américain à partir de données de la National Science Foundation (et entre autre à l'aide du *Survey of Earned Doctorates* pour les flux de diplômés et du *Survey of Doctorate Recipients* pour les données individuelles), la seconde le cas français, à partir de données du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche et du Céreq – permettent de préciser la nature et les déterminants des fluctuations de l'offre de scientifiques. En combinant données individuelles et données macro, nos analyses amènent à penser que l'offre de docteurs est dépendante des conditions du marché du travail passées, présentes et futures. Les conditions de réalisation des thèses – disponibilité et nature des financements par exemple –, les conditions « objectives » du marché du travail – taux de chômage, taux d'emploi précaires, salaires – tout comme les conditions macroéconomiques – croissance

économique, dépenses de R&D – ont des effets sur les incitations à entreprendre des études doctorales. Mais d'autres facteurs jouent également. Les transformations du marché du travail académique – la montée en puissance des emplois post-doctoraux par exemple – et plus généralement les modifications de la demande de travail du secteur privé ont des effets sur l'offre de diplômés. Une autre conséquence est que les prévisions et les estimations du besoin en scientifiques basées sur les modèles classiques d'offre-demande deviennent plus incertaines puisque l'offre doit alimenter des marchés du travail scientifiques qui se transforment et dont les contours sont plus flous.

Cette analyse « macroéconomique » nous a permis de mettre en évidence quelques transformations ayant affecté le marché du travail scientifique, que ce soit dans le cas américain, avec notamment une diminution de la part de l'emploi académique de niveau doctoral à plein temps, diminution particulièrement prononcée pour les docteurs « récemment » diplômés, ou dans le cas français, avec une augmentation de la proportion d'emplois « post-doctoraux » parmi les jeunes docteurs français

Le deuxième chapitre nous a permis de préciser les modalités de carrières des jeunes scientifiques, carrières qui se déroulent aujourd'hui le plus souvent classiquement en trois étapes. A la période de thèse succède une période post-doctorale plus ou moins longue qui précède elle-même l'accès à des emplois « post »-post-doctoraux.

Dans un contexte de croissance importante des effectifs de docteurs durant la première moitié des années 90, les « stages » post-doctoraux ont été un moyen aisé et peu coûteux au niveau national de gérer les flux de nouveaux arrivants sur le marché. Ces « stages », et essentiellement les post-doctorats effectués à l'étranger, l'offre de post-doc en France étant peu développée, se sont alors rapidement imposés. A partir de la fin des années 90, dans un contexte de diminution des inscriptions en thèse dans certaines filières, la question de l'attractivité des études doctorales scientifiques s'est alors posée, d'autant plus que le vieillissement des chercheurs et des enseignants-chercheurs risque d'imposer un recrutement plus élevé dans le secteur public et universitaire dans les années à venir. La question actuelle, en France, mais également au niveau européen, est donc celle de réussir à attirer les jeunes vers les carrières scientifiques

Ce contexte récent de « désaffection » pour les études doctorales nous a tout d'abord amené à nous interroger sur la formation doctorale et post-doctorale en France. La formation

doctorale y est relativement homogène en sciences exactes, tout au moins si on la mesure à l'aide de deux variables synthétiques, en termes de durée et de taux d'abandon. Cette étude a été effectuée, pour la première, à l'aide des données d'une enquête originale conduite à l'Irédu en 2001, et à l'aide des données extraites de Génération 98 du Céreq, pour la seconde, faute de pouvoir traiter ces deux phénomènes simultanément avec une seule et même base de données. Nous avons isolé quelques grands déterminants de la durée des thèses et de la probabilité d'abandon en thèse. D'une part, il persiste des différences disciplinaires dans la durée et le taux d'abandon en thèse même une fois pris en compte de très nombreuses autres variables. Il existe donc une certaine hétérogénéité des différentes disciplines au sein même des sciences exactes, les doctorants de chacune d'elle ayant en revanche des comportements relativement spécifiques et homogènes. Il est donc délicat de mesurer l'impact éventuel de mesures de politiques visant par exemple à accroître le nombre d'allocations de recherche, d'autant plus que les conditions du marché du travail jouent un rôle important dans la décision d'abandonner la thèse comme l'a montré le cas de l'informatique. D'autre part, les perspectives de carrières jouent également un rôle important, notamment sur la durée des thèses. On voit donc bien que facteurs individuels, socialisation disciplinaire, perspectives de carrières et d'emploi interviennent de façon complexe au niveau de la durée et du taux d'abandon en thèse.

La formation post-doctorale joue dorénavant un rôle important dans la dynamique d'insertion des chercheurs, notamment en sciences de la vie. Nous avons présenté le contexte et l'étendue de la formation post-doctorale pour les docteurs français. Nous avons en particulier montré, essentiellement à l'aide des données de l'enquête Irédu (2001), que les docteurs français ont une mobilité internationale en post-doctorat qui est importante, en particulier vers les Etats-Unis – ce qui confirme le rôle attractif, analysé dans le chapitre premier, joué par ce pays pour la main-d'œuvre scientifique de haut niveau – et particulièrement pour les docteurs en sciences de la vie. L'analyse des déterminants de la mobilité internationale en post-doc a montré que de nombreux facteurs interviennent, au-delà de l'effet disciplinaire, parmi lesquels nous pouvons citer l'orientation des recherches en thèse et les perspectives de carrières en début de thèse. Cela confirme le rôle du post-doc comme « passage obligé » pour l'accès à la profession académique, notamment en sciences de la vie.

Une typologie des emplois des docteurs en quatre catégories a été construite qui isole les enseignants-chercheurs à l'université et les chercheurs des grands organismes de recherche publique, les chercheurs et ingénieurs de recherche du secteur privé, les chercheurs du secteur

intermédiaire et les autres emplois. Les chercheurs du secteur intermédiaire se distinguent des post-doctorats au sens strict par la nature de l'employeur qui est moins fréquemment une université ou un grand organisme de recherche publique, par la durée d'accession à l'emploi qui n'est pas immédiate après la thèse, par la localisation de l'emploi qui se situe moins fréquemment à l'étranger et par l'autonomie plus grande dans le travail de recherche dont jouissent probablement ces individus. Les emplois du secteur intermédiaire se rapprochent cependant des post-doctorats par la nature du contrat de travail à durée déterminée et par le statut de chercheur « non titulaire ».

L'insertion « post »-post-doctorale des docteurs sur le marché du travail, étudié à partir de la typologie proposée, est un processus complexe où interviennent de nombreuses variables.

Des effets « institutionnels » transitent notamment par le type du laboratoire de rattachement et par des effets disciplinaires spécifiques. Des effets inter-disciplines se manifestent dans la diversité des probabilités de chômage ou d'inactivité et d'accès à tel ou tel secteur d'emploi, ces probabilités étant elles-mêmes à relier aux perspectives d'emploi au niveau macro que nous avons étudiées dans le chapitre 1. Des effets intra-disciplines interviennent sur le marché académique et illustrent la diversité des mécanismes de sélection et des modalités de recrutement des chercheurs du secteur public et des enseignants-chercheurs à l'université. En ce sens, on pourrait parler de l'existence de marchés du travail académiques relativement cloisonnés qui, en dépit des modalités nationales de recrutement, se comportent de façon relativement différenciée d'une discipline à l'autre, d'une université à l'autre. Deux points méritent d'être rappelés pour résumer la nature différenciée des processus d'insertion selon la discipline du doctorat.

D'une part, si le fait d'avoir effectué un post-doc dans son laboratoire de thèse accroît globalement la probabilité d'être maître de conférences ou chargé de recherches au CNRS ou dans un autre grand organisme public de recherche, cet effet n'est pas généralisable à l'ensemble des disciplines puisque la localisation du post-doctorat n'exerce un effet que pour les chimistes et les physiciens et n'a en revanche pas d'effet pour les biologistes, les informaticiens étant dans un cas un peu particulier puisque le post-doctorat n'est pas courant dans cette discipline et que son effet n'a donc pas pu être mesuré. En sciences de la vie, contrairement à ce qui était attendu compte tenu de la fréquence et de l'importance des post-doctorats, et principalement des post-doctorats effectués à l'étranger, il semble que la

localisation du post-doctorat n'exerce aucun effet, ni positif, ni négatif, sur la probabilité d'accès à un emploi académique et que cette probabilité est donc expliquée par d'autres variables, semble-t-il, plus essentielles telles que les variables de « productivité » en thèse (nombre de conférences, nombre de publications). En sciences de la vie les femmes ont par ailleurs une probabilité bien plus faible que les hommes d'intégrer l'université, le CNRS ou un grand organisme de recherche publique équivalent. Cela peut pour partie être attribué à la moindre mobilité internationale des femmes, dont nous avons montré à l'aide des données françaises Irédu (2001) et du *Survey of Earned Doctorates* de la NSF américaine qu'elle était liée à la difficile combinaison des rôles d'épouse, de mère et de scientifique, dans une discipline où c'est le plus souvent la norme. D'autre part, il semble que l'activité de recherche en thèse, appréhendée notamment à l'aide du nombre de participations à des conférences et du nombre de publications, a un impact important pour les biologistes, les publications exerçant un effet particulièrement prononcé sur la probabilité d'être recruté à l'université ou dans la recherche publique. En revanche, ces variables n'ont que peu – pour les physiciens – ou pas – pour les chimistes et les informaticiens – d'impact sur l'insertion. Les autres variables – orientation des recherches, financements obtenus en thèse, laboratoires de rattachement... – ont des effets qui semblent relativement spécifiques à chaque discipline.

Dans la seconde partie de cette thèse, cette analyse « standard » du marché du travail scientifique, essentiellement menée d'un point de vue d'économie du travail, a été complétée par une étude plus approfondie du rôle qu'il joue dans le système national d'innovation. La proportion d'emplois post-doctoraux particulièrement importante dans certaines disciplines et la mise en évidence de l'existence d'emplois scientifiques « intermédiaires » sont en effet source d'interrogations quant aux liens entre marché du travail scientifique et système d'innovation.

Dans le troisième chapitre, nous avons montré, à l'aide des derniers modèles de croissance endogène, qu'au niveau macroéconomique, R&D, main-d'œuvre scientifique et croissance économique sont intimement liées par l'intermédiaire de la diffusion des « nouvelles idées » au niveau national et international. Au niveau microéconomique, les travaux « évolutionnistes » ne disent pas autre chose en montrant qu'une des fonctions importantes de la recherche universitaire est la transmission d'un capital humain scientifique permettant de développer les capacités innovatrices des acteurs par la diffusion des connaissances, initialement produites dans le secteur académique, qu'elle permet. Les quelques transformations des systèmes d'innovation que nous avons ensuite soulignées –

modifications de l'importance et de la nature du financement et de l'exécution de la R&D et transformations des relations entre acteurs de l'innovation – ne sont probablement pas sans effet sur la formation et l'emploi de la main-d'œuvre scientifique et technologique. Cependant, leurs effets sur le marché du travail scientifique sont difficilement décelables avec une analyse trop globale. Il faut entrer dans le détail des activités de R&D des jeunes chercheurs pour aller au-delà du constat d'une augmentation des emplois de chercheurs dans le secteur privé.

L'objet du quatrième chapitre, de nature plus particulièrement empirique, était justement de spécifier les caractéristiques du marché du travail scientifique en examinant l'activité de R&D des jeunes chercheurs français à l'aide de l'enquête Irédu 2001. Reprenons quelques-uns des résultats obtenus lors de l'analyse des trois étapes de la vie d'une jeune scientifique.

Le financement obtenu en thèse, le laboratoire d'accueil et les perspectives de carrières déterminent en grande partie dès la période de thèse l'activité de recherche conduite.

Au niveau de la productivité en thèse, mesurée en termes de publications et de conférences, ou d'une combinaison linéaire des deux, les doctorants Cifre publient le moins alors que les allocataires-moniteurs publient relativement plus, toutes choses étant égales par ailleurs. Il est vrai que le but des Cifre est moins fréquemment d'intégrer la sphère académique et que l'objectif des recherches conduites n'est pas nécessairement la publication. Les thésards qui ont fait leur thèse dans une UPR publient clairement plus que les thésards des autres laboratoires. Cet effet du laboratoire de thèse traduit l'importance de la dimension collective dans la recherche, le chercheur ayant tendance à augmenter sa productivité par son travail avec des scientifiques réputés ou dans une équipe dynamique dont l'orientation est particulièrement académique.

Au niveau de la collaboration dans les publications durant la thèse, la co-écriture d'articles avec des chercheurs du secteur privé demeure rare puisqu'elle ne concerne que 8% des doctorants. Les thésards à financements de nature plus particulièrement publique, les allocataires, les allocataires moniteurs et les boursiers d'un autre organisme public, collaborent clairement moins avec les chercheurs du secteur privé ; soit qu'ils ne sentent pas l'intérêt, soit qu'ils ne sont pas incités, soit encore qu'ils n'ont tout simplement pas l'opportunité de collaborer avec le secteur privé. Les UMR-URA sont en revanche des

structures qui favorisent la collaboration avec le secteur privé ce qui peut s'expliquer par le fait que ces laboratoires cherchent à diversifier leurs sources de financements en réalisant des contrats de recherche pour le secteur privé mais également par le fait que ces laboratoires sont en général plus recherchés par les entreprises.

Les deux tiers des docteurs envisageaient, au début de leur thèse, de travailler dans le secteur de la recherche publique ou universitaire et un tiers étaient plus intéressés par une carrière dans le secteur privé, les doctorants en physique-SPI étant particulièrement intéressés par une telle carrière, contrairement aux doctorants en sciences de la vie. En modélisant les perspectives de carrières orientées vers le secteur privé, on a pu constater que les docteurs-ingénieurs ont une probabilité très clairement plus élevée d'envisager une carrière dans le secteur privé ce qui confirme les aspirations spécifiques des docteurs-ingénieurs et la place particulière qu'ils occupent dans le système d'innovation français. De même, les Cifre ont sans surprise une probabilité plus forte de souhaiter une carrière dans le secteur privé. A l'inverse, les allocataires-moniteurs et les chargés de cours, TD, TP ont clairement une probabilité bien plus faible que les autres docteurs d'envisager une carrière dans le secteur privé. La structuration des perspectives de carrières se fait donc progressivement puisque les perspectives de carrières sont expliquées par des caractéristiques qui prennent leur source avant la thèse – rôle du titre d'ingénieur – et pendant la thèse – nature des recherches et nature des financements.

Les post-doctorats avaient précédemment été définis comme des emplois temporaires devant permettre l'apprentissage du métier de chercheur. Nous avons montré que post-doctorants et chercheurs du secteur intermédiaire sont proches sur certains aspects (ce sont des chercheurs non titulaires possédant un contrat de travail à durée déterminée) alors qu'ils se différencient sur d'autres (notamment au niveau de la nature de l'employeur et de la durée d'accession à l'emploi). Nous avons apportés quelques précisions sur ce point.

Au niveau des rémunérations, nous avons montré que la différence de revenu est de près de 50% entre les post-doctorants en France (qu'ils soient ou non restés dans leur laboratoire de thèse) et les post-doctorants aux USA, toutes choses égales par ailleurs. Nous avons néanmoins apporté quelques nuances concernant la rémunération des post-doctorants aux Etats-Unis, en rappelant notamment qu'il existe une grande variabilité disciplinaire des revenus et que le salaire médian des post-doctorants toutes disciplines confondues ne dépasse pas le salaire médian observé aux Etats-Unis. Nous avons également constaté sur nos données

Irédu (2001), une nouvelle fois en accord avec les études américaines, que les biologistes perçoivent des revenus relativement faibles par rapport aux post-doctorants des autres disciplines. Nous avons enfin décelé, même s'il est délicat de procéder ainsi, que la rémunération des post-doctorants et celle des chercheurs du secteur intermédiaire sont relativement similaires.

En combinant cet aspect revenu aux quelques éléments fournis sur l'activité de recherche des post-doctorants, nous avons vu qu'il est en fait possible d'isoler deux sous segments du marché post-doctoral : le premier est celui de la mobilité internationale, essentiellement en direction des USA. Ces post-doctorants ont une rémunération supérieure, une activité de recherche davantage orientée vers la recherche de base et une autonomie plus grande que les autres post-doctorants. Le second segment est constitué par les post-doctorants restés en France – et singulièrement ceux qui effectuent leur post-doc dans le même laboratoire que celui de leur thèse – dont les conditions d'emploi et de recherche sont moins favorables comparées à celles du premier segment. Ce second segment semble donc rapprocher ces post-doctorants des chercheurs du secteur intermédiaire. C'est notamment le cas au niveau de l'autonomie et des contraintes ressenties dans l'activité de recherche puisque près de 6 chercheurs du secteur intermédiaire sur 10 et la moitié des post-doctorants restés dans leur laboratoire de thèse disent avoir des objectifs précis à réaliser (contre seulement 37% pour l'ensemble des post-doctorants quelque soit le lieu de réalisation du post-doc).

Nous avons ensuite tenté de construire un indicateur synthétique de la qualité d'emploi à l'aide de la satisfaction au travail exprimée par les individus avec l'objectif d'en comprendre les déterminants en combinant des variables proches de l'économie du travail et de l'économie de l'innovation et du changement technique.

Sur l'ensemble de notre échantillon, que les individus soient chercheurs ou non, nous avons montré que la nature des emplois et les perspectives de carrières ont un fort effet sur la satisfaction au travail. Les docteurs employés dans le secteur universitaire comme enseignants-chercheurs ou dans la recherche publique comme chercheurs ont clairement une plus forte probabilité d'être satisfaits de leur emploi que les autres docteurs. Mais cet effet extrêmement fort du secteur d'emploi sur la satisfaction a été mis au regard des perspectives de carrières envisagées en début de thèse. Nous avons ainsi montré qu'un fort effet positif sur la satisfaction au travail existe quand aspirations de carrières et emploi actuel correspondent, que les docteurs fussent intéressés, au début du doctorat, par le secteur de la recherche privée

ou par le secteur académique. En revanche, les docteurs qui souhaitaient trouver un emploi à l'université ou dans la recherche publique et qui sont actuellement employés dans le secteur privé ont une probabilité bien plus faible d'être satisfaits avec leur emploi actuel.

Pour les seuls chercheurs, nous avons pu montrer que les chercheurs les plus proches des normes académiques, les plus impliqués ou les plus actifs dans leur travail, à activité de recherche plutôt fondamentale et subissant le moins de contraintes sont également ceux qui retirent le plus de satisfaction de leur travail. Ces conclusions rejoignent ainsi celles qui ont été mises en évidence pour le cas américain : sur l'ensemble des docteurs présents dans l'échantillon du *Survey of Doctorate Recipients* de la NSF, l'activité principale « recherche fondamentale » ou « recherche appliquée » accroît la satisfaction, toutes choses égales par ailleurs, et parmi les docteurs travaillant dans le secteur privé, ceux dont l'activité principale se rapproche de l'activité traditionnelle des universitaires et des chercheurs publics ont une satisfaction clairement plus importante que les docteurs du secteur privé déclarant d'autres activités principales.

Pour ce qui concerne plus particulièrement les jeunes chercheurs français du secteur intermédiaire, la carrière qu'ils envisageaient en début de thèse ne semble pas avoir d'effet significatif sur leur satisfaction avec l'emploi actuel. Cette proposition signifie que ces individus possèdent des emplois qui leur offrent des satisfactions qui, sans être comparables à celles du secteur public ou à celles du secteur privé, sont somme toute assez satisfaisantes pour un début de carrière. Cela leur offre probablement des conditions de recherche qui leur permettent de ne pas rompre avec le secteur académique tout en ayant des conditions d'emploi et de travail certainement plus proches de celles du secteur privé. C'est ce qui a ensuite été étudié plus en détail.

Nous avons en effet montré que le secteur intermédiaire du marché du travail scientifique semble agir comme une sorte de sous-traitant du secteur académique et du secteur privé de R&D, en réalisant majoritairement des recherches appliquées et le plus souvent sous forme de contrats de recherche. Cela semble laisser assez peu d'opportunités à ces chercheurs pour participer à des réseaux scientifiques, pour publier ou encore pour avoir des contacts réguliers ou une collaboration rapprochée avec le milieu académique. Nous avons également montré que l'interprétation en termes de communautés scientifiques est pour partie justifiée. Nous avons notamment isolé un certain nombre de ressemblances, à l'aide de variables qui résument l'activité de R&D des jeunes scientifiques, entre les post-doctorants, et notamment

les post-doctorants restés dans leur laboratoire de thèse, et les chercheurs du secteur intermédiaire.

Plus précisément, si la proportion de chercheurs du secteur universitaire et de la recherche publique qui effectue des recherches plutôt appliquées et plutôt fondamentales est identique, les recherches menées par les chercheurs du secteur privé sont très majoritairement appliquées, et dans une moindre proportion, il s'agit de développement. Les chercheurs du secteur intermédiaire se situent, dans chaque catégorie, à mi-chemin entre chercheurs du secteur académique et chercheurs du secteur privé. Nous avons également montré que les chercheurs du secteur intermédiaire appartiennent moins fréquemment à des réseaux scientifiques que les chercheurs du secteur public et, même, du secteur privé. De même, une proportion limitée d'entre eux, si on la compare à celle des chercheurs du secteur privé et surtout du secteur académique, lise les revues scientifiques et participe à des conférences et des colloques. Enfin, les chercheurs du secteur intermédiaire publient clairement moins que les chercheurs du secteur académique, mais davantage cependant que les chercheurs du secteur privé, une fois contrôlée pour un certain nombre d'autres variables (dont notamment l'orientation des recherches, la discipline et la durée dans l'emploi). En revanche, les chercheurs du secteur académique ont une plus faible probabilité de publier avec des chercheurs du secteur privé que les chercheurs du secteur intermédiaire, toujours toutes choses égales par ailleurs.

En comparant post-doctorants et chercheurs du secteur intermédiaire, nous avons montré que la proportion d'individus qui effectuent majoritairement des activités de recherche fondamentale va de 44% pour les post-doctorants effectuant leur post-doctorat dans leur laboratoire de thèse à 65% pour des post-doctorants aux Etats-Unis, contre seulement 11% pour les chercheurs du secteur intermédiaire. L'écart entre les deux populations (post-doctorants et chercheurs du secteur intermédiaire) est donc important, même si les post-doctorants en post-doc dans leur laboratoire de thèse sont les plus proches des chercheurs intermédiaires.

Au niveau de l'autonomie et des contraintes ressenties dans l'activité de recherche, les post-doctorants qui sont restés dans leur laboratoire de thèse et les chercheurs du secteur intermédiaire ont des profils similaires. En effet, les post-doctorants restés dans leur laboratoire de thèse ne sont pas très différents des chercheurs du secteur intermédiaire puisque 50% d'entre eux jugent qu'ils ont des objectifs précis à réaliser contre 58% pour les

chercheurs du secteur intermédiaire. Les autres catégories de post-doctorants, qui ont fait leur post-doctorat en France dans un laboratoire autre que le laboratoire auquel ils étaient rattachés en thèse, aux Etats-Unis ou à l'étranger dans un autre pays, sont dans une proportion bien moindre à déclarer avoir des objectifs précis à réaliser (respectivement 33%, 30% et 38%).

Au niveau des profils de collaboration dans les publications – puisque nous avons renoncé à faire de même avec le nombre de publications compte tenu des limites inhérentes à nos données – post-doctorants et chercheurs du secteur académique ont des profils de publications relativement proches alors que les chercheurs du secteur intermédiaire s'en éloignent. Ce n'est pas surprenant compte tenu des objectifs de la majorité des post-doctorats, permettre l'entrée dans la profession académique.

Les recherches sont à poursuivre dans la perspective ouverte par cette thèse, notamment peut-être à l'aide, non pas de données individuelles recueillies auprès des chercheurs eux-mêmes, mais par des enquêtes au niveau des acteurs de l'innovation et en particulier des entreprises. De même, il serait intéressant d'avoir une approche plus dynamique pour suivre, dans les années à venir, l'évolution du marché du travail scientifique dans le contexte actuel de reconfigurations des systèmes nationaux d'innovation, de transformations des politiques nationales visant à attirer les meilleurs chercheurs et de désaffection pour les études scientifiques de haut niveau.

Bibliographie

Abowd John M. et Farber Henry (1982), "Job Queues and the Union Status of Workers." *Industrial and Labor Relations Review* 35(3), pp. 354-67.

Abramovitz Moses (1956), "Resource and Output Trends in the United States Since 1870.", *American Economic Review* 46(2), May, pp. 5-23.

Abramovitz Moses and David Paul (1996), "Technological Change and the Rise of Intangible Investments: The US Economy's Growth-path in the Twentieth Century.", in OECD, *Employment and Growth in the Knowledge-based Economy*. OCDE, Paris.

.Acemoglu Daron (1997), "Training and Innovation in an Imperfect Labour Market.", *Review of Economic Studies* 64(3), July, pp. 445-464.

Acs Zoltan J. and Audretsch David B. (1991, eds.), *Innovation and Technological Change: An International Comparison*. Harvester Wheatsheaf, New York.

Acs Zoltan J., Audretsch David B., Feldman Maryann PP. (1991), "Real Effects of Academic Research: Comment." *American Economic Review* 82(1), pp. 363-367

Adams James D. (1985), "Permanent Differences in Unemployment and Permanent Wage Differentials." *Quarterly Journal of Economics* 100(1), February, pp. 29-56.

Adams James D. (1990), "Fundamental Stocks of Knowledge and Productivity Growth.", *The Journal of Political Economy* 98(4), August, pp. 673-702.

ADMES-AIPU (2000), *Apprendre et enseigner dans l'enseignement supérieur*. Actes du colloque 10-13 avril 2000, Université Paris X Nanterre.

Agence de modernisation des universités et établissements (2001), *GRH et enseignants-chercheurs*. Actes du colloque du 6 novembre 2001, Paris, 54 p.

Aghion Philippe and Howitt Peter (1992), "A Model of Growth through Creative Destruction." *Econometrica* 60(2), March, pp. 323-351.

Aghion Philippe and Howitt Peter (1998), *Endogenous Growth Theory*. MIT Press, Cambridge MA.

Aghion Philippe et Cohen Elie (2004), *Education et croissance*. Rapport du Conseil d'Analyse Economique, La Documentation Française, Paris, 143 p.

Ahamad Bashir et Blaug Mark (1973), *The Practice of Manpower Forecasting*. Jossey-Bass Inc. Publishers, San Francisco.

Akerlof George A., Rose Andrew K. and Yellen Janet L. (1988), "Job Switching and Job Satisfaction in the U.S. Labor Market." *Brookings Papers on Economic Activity* 2, pp. 495-583.

Alava Séraphin et Romainville Marc (2001), « Les pratiques d'études, entre socialisation et cognition. » *Revue Française de Pédagogie* 136, juillet-septembre, pp. 159-180.

Allen Jim et Rolf van der Velden (2001), "Educational Mismatches versus Skill Mismatches: Effects on Wages, Job Satisfaction and On-the-job Search." *Oxford Economic Papers* 53(3), pp. 434-52.

Altet Margyrite Fabre Michel et Rayou Patrick (2001), « Une fac à construire : sur quelques aspects paradoxaux de l'expérience universitaires. » *Revue Française de Pédagogie* 136, juillet-septembre, pp. 107-115.

Amable Bruno and Hancké Bob (2001), "Innovation and Industrial Renewal in France in Comparative Perspective.", *Industry and Innovation* 8(2), August, pp. 113-133

Antonelli Cristiano (1995), *The Economics of Localized Technological Change and Industrial Dynamics*. Kluwer Academic Press.

Antonelli Cristiano, Foray Dominique, Hall Bronwyn and Steinmueller Ed (2003), *New Frontiers in the Economics of Innovation and New Technology*. Edward Elgar, London.

Arber Sara and Ginn Jay (1995), "The Mirage of Gender Equality: Occupational Success in the Labour Market and Within Marriage." *British Journal of Sociology* 46 (1), 21-43.

Archibugi Daniele and Coco Alberto (2001), "The Technological Performance of Europe in a Global Setting." *Industry and Innovation* 8(3), December, pp. 245-265

ARESER (1997), *Quelques diagnostics et remèdes urgents pour une université en péril*. Raisons d'agir éditions, Paris, 124 p.

Arrow Kenneth J. (1953), "The Role of Securities in the Optimal Allocation of Risk-Bearing." *Econométrie*. Actes du Colloque sur les Fondements et Applications de la Théorie du Risque en Econométrie, CNRS. Reprinted in 1964 in the *Review of Economic Studies* 31(2), April, pp. 91-96.

Arrow Kenneth J. (1962a), "Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention." in Nelson Robert (ed.), *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*. NBER Conference 13, Princeton University Press, Princeton, pp. 609-625.

Arrow Kenneth J. (1962b), "The Economic Implications of Learning by Doing." *Review of Economic Studies* 29(3), June, pp. 155-173.

Arrow Kenneth J. (1994), "The Production and Distribution of Knowledge." in Silverberg Gerald and Soete Luc (eds.), *The Economics of Growth and Technical Change*. Edward Elgar, pp. 9-19.

Arrow Kenneth J. and Capron William M. (1959), "Dynamic Shortages and Price Rises: The Engineer-Scientist Case." *Quarterly Journal of Economics* 73(2), May, pp. 292-308.

Aslanbeigui Nahid and Montecinos Veronica (1998), "Foreign Students in U.S. Doctoral Programs." *The Journal of Economic Perspectives* 12(3), Summer, pp. 171-182.

Association of American Universities (1998), *Committee on Postdoctoral Education: Report and recommendations*. Washington, D.C.: Association of American Universities.

Audric-Lerenard Agnès et Agnès Topiol (1999), « Chercheur : un métier en expansion qui permet l'embauche de jeunes diplômés », *Premières Informations et Premières Synthèses* 99.09-37.02, DARES

Auriol Laudeline and Sexton Jerry (2001), "Human Resources in Science and Technology: Measurement Issues and International Mobility." *Paper presented in the framework of the 5th Ibero American and Inter American Workshop on Science and Technology Indicators*, Montevideo, Uruguay, 16 octobre.

Autant-Bernard Corinne (2001), "Science and Knowledge Flows: Evidence from the French Case." *Research Policy* 30(7), August, pp. 1069-1078.

Avanzini Guy (1997), « Les déboires de la notion de pédagogie. » *Revue Française de Pédagogie* 120, juillet-septembre, pp. 17-24.

Averch Harvey A. (1985), *A Strategic Analysis of Science and Technology Policy*. Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Avveduto Sveva (2001), "International Mobility of Ph.D.s." in OECD, *Innovative People: Mobility of Skilled Personnel in National Innovation Systems*. OCDE, Paris, pp. 229-242.

Baez Benjamin (2002), "Degree of Distinction: The Ed.D. or the Ph.D. in Education." *A paper for the Annual Meeting for the Study of Higher Education*, Sacramento, California, 21-24 novembre.

Baird Leonard L. (1990), "Disciplines and Doctorates: The Relationships between Program Characteristics and the Duration of Doctoral Study." *Research in Higher Education* 31, pp. 369-385.

Baker Joe G. (1998), "Gender, Race and Ph.D. Completion in Natural Science and Engineering." *Economics of Education Review* 17(2), April, pp. 179-88.

Ballot Gerard, Fathi Fakhfakh and Taymaz Erol (2001), "Firms Human Capital, R&D and Performance: a Study on French and Swedish Firms." *Labour Economics* 8(4), pp. 443-462.

Balter, Michael, and Dennis Normile. 1999. "Europeans who Do Postdocs Abroad Face Reentry Problems." *Science* 285(5433), Sep. 3, pp. 1524-26.

Barfield Claude E. (1997, ed.), *Science for the Twenty-first Century: The Bush Report Revisited*. The AEI Press, American Enterprise Institute, Washington D.C.

Barré Rémi (2002), « Le recrutement des jeunes chercheurs et enseignants-chercheurs : problématique et perspectives » in Paul Jean-Jacques (éd.), *Quelle formation pour les docteurs face aux évolutions du marché du travail*. Actes du colloque MSU/Irédu, 28-29 mars, Dijon, pp. 65-68.

- Barré Rémi, Crance Michèle et Sigogneau Anne (1999), *La recherche scientifique française : situation démographique*. Etudes et dossiers de l'OST, No. 1, avril, Paris, 51 p.
- Barré Rémi, Crance Michèle et Sigogneau Anne (2000), *Démographie de la recherche scientifique française : situation au 1^{er} janvier 1999 et projection des départs à horizon 2005-2010*. Rapport OST pour la Direction de la recherche (MENRT), Paris, 69 p.
- Barro Robert J. and Sala-i-Martin Xavier (1995), *Economic Growth*. McGraw-Hill, New York.
- Bartel Ann PP. (1981), "Race Differences in Job Satisfaction: A Reappraisal." *Journal of Human Resources* 16, pp. 295-303.
- Basdevant Olivier (2002), « Croissance, R&D et formation : une revue de la littérature. » *Revue d'Economie Politique* 112(2), mars-avril, pp. 173-96.
- BCRD (2002), *Le budget civil de recherche et développement*. Ministère de la Recherche.
- Beaverstock Jonathan (1994), "Re-Thinking Skilled International Labour Migration: World Cities and Banking Organisations." *Geoforum* 25(3), August, pp. 323-38.
- Becker Gary S. (1964), *Human Capital*. NBER, New York.
- Bedard Kelly (2001), "Human Capital versus Signaling Models: University Access and High School Dropouts." *Journal of Political Economy* 109(4), August, pp. 749-775.
- Beine M., Docquier F. et Rapoport H. (2001), "Brain Drain and Economic Growth: Theory and Evidence." *Journal of Development Economics* 64(1), February, pp. 275-289.
- David Paul A. and Foray Dominique (2002), "An introduction to economy of the knowledge society." *International Social Science Journal* 54(171), March, pp. 9-24.
- Belloc Bernard (2003), *Propositions pour une modification du décret 84-431 portant statut des enseignants-chercheurs*. Rapport de Mission confiée par M. Luc Ferry, Ministre de la jeunesse, de l'Education Nationale et de la Recherche, Lettre de mission du 11 avril 2003, 16 p.
- Beltramo Jean-Paul, Bourdon Jean and Paul Jean-Jacques (1996), "An Attempt to Forecast the Labor Market for Scientists in France." in Brennan J., Kogan M. and Teichler U. (eds.), *Higher Education and Work*.
- Beltramo Jean-Paul, Bourdon Jean et Paul Jean-Jacques (1994), « L'emploi scientifique à l'horizon 2000 : essai de prospective. » *Formation Emploi*, No.45, pp. 33-50
- Beltramo Jean-Paul, Paul Jean-Jacques and Perret Cathy (2000), "The Recruitment of Researchers and the Organization of Scientific Activity in Industry." *Third Triple Helix International Conference*, Rio de Janeiro, Brésil, 26-29 Avril.
- Beltramo Jean-Paul, Paul Jean-Jacques et Perret Cathy (1999), « Le recrutement des chercheurs et l'organisation des activités scientifiques dans l'industrie. » *Journées de l'AFSE*, Nice Sophia-Antipolis, 23 p.

Bénard Christine et Delemarle Aurélie (2002), *Le marché international de la formation et de l'emploi scientifique vu des Etats-Unis*. Ambassade de France aux Etats-Unis, Mission pour la Science et la Technologie.

Bender Keith A. and Sloane Peter J. (1998), "Job Satisfaction, Trade Unions, and Exit-Voice Revisited." *Industrial and Labor Relations Review* 51(2), January, pp. 222-240.

Bentley Jerome T. et Berger Jacqueline (1998), *The Effects of Graduate Support Mechanisms on Time-to-Degree and Early Career Plans*. Draft Report to the Division of Science Resources, National Science Foundation.

Béret Pierre, Giret Jean-François et Recotillet Isabelle (2002). « L'évolution des débouchés professionnels des docteurs : les enseignements de trois enquêtes du Céreq. », Céreq.

Béret Pierre, Giret Jean-François, Recotillet Isabelle (2003), "Trajectories from Public Sector of Research to Private Sector: An Analysis using French Data on Young Ph.D. Graduates". *15th Annual meeting on Socio-Economics*, SASE (Society for the advancement of socio-economics), Aix-en-Provence, 26-28 juin 2003. 19 p.

Béret Pierre, Giret Jean-François, Moguérou Philippe, Paul Jean-Jacques, Perret Cathy et Recotillet Isabelle (2003), *Etude sur la mobilité des jeunes docteurs*. Etude financée par le Ministère Délégué à la Recherche et aux Nouvelles Technologies, mars.

Bernanke Ben S. and Gürkaynak Refet S. (2001), "Is Growth Exogenous? Taking Mankiw, Romer and Weil Seriously." *NBER Working Paper* 8365, July, 56 p.

Betts Julian R. (1996), "What Do Students Know about Wages." *Journal of Human Resources* 31(1), pp. 27-56.

Bhagwati Jagdish N. (1985), *Dependence and Interdependence: Essays in Development Economics 2*. Basil Blackwell, Oxford.

Bideault Marc et Pasquin Rossi (2000), « Les personnels enseignants de l'enseignement supérieur 1998-1999. » *Note d'information MENRT* 00-43, novembre, 6 p.

Bils Mark and Klenow Peter J. (2000), "Does Schooling Cause Growth?" *American Economic Review* 90(5), December, pp. 1160-1183.

Blackler Frank (1995), "Knowledge, Knowledge Work and Organizations: An Overview and Interpretation." *Organization Studies* 16(6), pp. 1021-46.

Blanchflower David G. and Oswald Andrew J. (1992), "Entrepreneurship, Happiness and Supernormal Returns: Evidence from Britain and the US." *NBER Working Paper* 4228.

Blanchflower David G. and Oswald Andrew J. (1997), "The Rising Well-Being of the Young." *NBER Working Paper* 6102, July.

Blanchflower David G. and Oswald Andrew J. (1999), "Well-Being, Insecurity and the Decline of American Job Satisfaction." *Working Paper University of Warwick*, April.

Blanchflower David G. and Oswald Andrew J. (2000a), "Well-Being Over Time in Britain and the USA." *NBER Working Paper* 7487, January.

- Blanchflower David G. and Oswald Andrew J. (2000b), "Is the UK Moving Up the International Wellbeing Rankings?" *Papier présenté à la conférence du NBER du 4 mai 2000*, 66 p.
- Blanchflower David G. and Freeman Richard B. (eds. 2000), *Youth Employment and Joblessness in Advanced Countries*. The University of Chicago Press, 492 p.
- Blank, David M., and George J. Stigler (1957). *The Demand and Supply of Scientific Personnel*. General Series No. 62, NBER.
- Blau Francine D. and Ferber Marianne A. (1991), "Career Plans and Expectations of Young Women and Men." *Journal of Human Resources* 26(4), Fall, pp. 581-607.
- Blaug Mark (1976), "The Empirical Status of Human Capital Theory: A Slightly Jaundiced Survey." *Journal of Economic Literature* 14(3), September, pp. 827-855.
- Blondel Danièle (2003), *Les indicateurs pertinents permettant le suivi de jeunes scientifiques et ingénieurs vers d'autres pays, notamment vers les USA*. Avis remis à Mme Claudie Haigneré, Ministre déléguée à la recherche et aux nouvelles technologies, Académie des Technologies, 18 décembre, 18 p.
- Boer, H. de, Huisman, J., Klemperer, A., Meulen, B. van der, Neave, G., Theisens, H. and Wende, M. van der (2002), *Academia in the 21st Century. An Analysis of Trends and Perspectives in Higher Education and Research*. Den Haag, Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid (AWT), 182 p.
- Bonjean Charles M., Bruce Grady D. and Williams J. Allen (1967), "Social Mobility and Job Satisfaction: A Replication and Extension." *Social Forces* 45(4), June, pp. 492-501.
- Bonneau Monique et Weisenburger Emmanuel (2000), « Le financement public de la recherche et développement dans les principaux pays de l'OCDE. » *Note d'information de la DPD* 00-47, novembre.
- Bonvallet Marcel (1999), *Les chercheurs du secteur privé en France : atouts et handicaps*. Rapport du groupe de travail, Commissariat Général au Plan, in Majoie Bernard (ed.), *Recherche et Innovation : La France dans la compétition mondiale*, La Documentation française, octobre, 439 p.
- Boone Jan (2000), "Competitive Pressure: The Effects on Investments in Product and Process Innovation." *Rand Journal of Economics* 31(3), Autumn, pp. 549-569.
- Booth Alison L., Francesconi Marco and Frank Jeff (2000), "Temporary Jobs: Who Gets Them, What Are They Worth, and Do They Lead Anywhere?." *ISER Working Paper* 2000-13, Institute for Social and Economic Research, Essex University.
- Borghans Lex and de Grip Andries (2000, ed), *The Overeducated Worker? The Economics of Skill Utilization*. Cheltenham: Edward Elgar, 271 p.
- Borjas George J. (1979), "Job Satisfaction, Wages and Unions." *Journal of Human Resources* 14(1), pp. 21-40

Borthwick Sally and Murphy Terry (1998), *Supply and Demand for Scientists and Engineers*. Department of Employment, Education, Training and Youth Affairs, Analysis and Evaluation Division, Australia, 30 p.

Bosin Mickael J. (1974), "A Conditional Logit Model of Occupational Choice." *Journal of Political Economy* 82(2), March-April (Part 1), pp. 389-398.

Boukhobza Noria, Delavault Huguette et Hermann Claudine (2000), *Les enseignants-chercheurs à l'université, la place des femmes*. Rapport à Francine Demichel, directrice de l'enseignement supérieur au Ministère de l'Education Nationale, de la Recherche et de la Technologie, mars.

Boulard Anne-Sophie et Méla Jean-François(2002), « Les études doctorales : évolution de 1991 à 2000. » *Note d'information de la DPD* 02-44, octobre, 6 p.

Bound John, Cummins Clint, Griliches Zvi, Hall Brownyn H. and Jaffe Aadam (1984), "Who Does R&D and Who Patents." in Griliches Zvi (ed.), *R&D, Patents and Productivity*. University of Chicago Press (for NBER), Chicago.

Bourguignon François, Fournier Martin and Gurgand Marc (2001), "Selection Bias Correction Based on the Multinomial Logit Model." *57th European Meeting of the Econometric Society*, Venise, Italie.

Bowen William G. et Neil L. Rudenstine (1992), *In Pursuit of the Ph.D.* Princeton University Press, Princeton, 442 p.

Bradburn Ellen M. (2002), *Short-Term Enrollment in Postsecondary Education: Student Background and Institutional Differences in Reasons for Early Departure*. 1996-98, NCES Report NCES 2003153, November.

Braddock Douglas J. (1992), "Scientific and Technical Employment, 1990-2005." *Monthly Labor Review* 115(2), February, pp. 28-41.

Bratberg Espen and Øivind Anti Nilsen (1998), "Transitions from School to Work: Search Time and Job Duration." *IZA Discussion Paper* 27, December, 28 p.

Brooks Harvey (1994), "The Relationship between Science and Technology." *Research Policy* 23(5), pp. 477-486.

Brown Donna and McIntosh Steven (1998), "If You're Happy and You Know It... Job Satisfaction in the Low Wage Service Sector." *Discussion Paper* 405, Centre for Economic Performance, LSE.

Brunello Georgio, Lucifora Claudio and Winter-Ebmer Rudolf (2001), "The Wage Expectations of European College Students." Working Paper 0108, Johannes Kepler University of Linz, Department of Economics, Autriche (Ou *IZA Discussion Paper* 299, Bonn, Allemagne).

Burchell Brendan J., Day Diana, Hudson Maria, Ladipo David, Mankelow Roy, Nolan Jane P.P., Reed Hannah, Wichert Ines C. and Wilkinson Frank (2001), *Job Insecurity And Work Intensification*. London: Routledge.

Bureau des études statistiques sur la recherche (2001), « Recherche et développement en France en 1999 et 2000. » *Note d'information de la DPD* 01-50, novembre

Burke Dolores L. (1988), *A New Academic Marketplace*. Greenwood Press. Westport, Conn. 208 p.

Bush Vannevar (1945), *Science The Endless Frontier*. A Report to the President by Vannevar Bush, July.

Butler J. S. (1996), "Estimating the Correlation in Censored Probit Models." *The Review of Economics and Statistics* 78(2), May, pp. 356-358.

Cahuc Pierre and Fabien Postel-Vinay (2000), "On Some Undesirable Consequences of Education and Growth." *Journal of Institutional and Theoretical Economics* 156(3), September 2000

Callon Michel et Foray Dominique (1997), « Nouvelle économie de la science ou socio-économie de la recherche scientifique. » *Revue d'Economie Industrielle* 79(1), Premier trimestre, pp. 13-35.

Callon Michel, Larédo Philippe et Mustar Philippe (1997), *The Strategic Management of Research and Technology: Evaluation of Programmes*. Economica International, Paris

Cameron Colin A. and Trivedi Pravin K. (1998), *Regression Analysis of Count Data*. Econometric Society Monograph 30, Cambridge University Press, 475 p.

Campbell Scott (1993), "Interregional Migration of Defense Scientists and Engineers in the Gumbelt during the 1980s." *Economic Geography* 69(2), April, pp. 204-223.

Cappelli Peter (2000), *Is There a Shortage of Information Technology Workers?* A Report to McKinsey and Company for the "Wor for Technical Talent" Project.

Carayol Nicolas (2002), « Les propriétés incitatives de l'effet Saint Matthieu : le biais optimal dans des tournois séquentiels pour des positions académiques. » Papier présenté lors de Journées de Micro-économie Appliquée, Rennes et Saint-Malo, 6-7 juin.

Card David and Lemieux Thomas (1997), "Adapting to Circunstances: The Evolution of Work, School and Living Arrangements Among North American Youth." *Working Paper* 386, Industrial Relations Section, Princeton University.

Card David et Lemieux Thomas (2000), "Dropout and Enrollment Trends in the Post-war Period: What Went Wrong in the 1970s ?." *NBER Working Paper* 7658, April.

Carmichael H. Lorne (1988), "Incentives in Academia: Why is There Tenure." *Journal of Political Economy* 96(3), pp. 453-472.

Carnoy Martin (1998a). "The Globalization of Innovation, Nationalist Competition, and the Internationalization of Scientific Training." *CHET Working Paper* (Centre for Higher Education Transformation), April, 33 pp. (publié dans *Competition and Change* 3, pp. 237-262).

Cartter Alan (1976), *Ph.D. 's and the Academic Labor Market*. McGraw Hill, Toronto.

Carvajal Manuel J., Bendana David, Bozorgmanesh Alireza, Castillo Miguel A., Pourmasiha Katayoun, Rao Priya, Torres Juan A. (2000), "Inter-gender differentials between college students' earnings expectations and the experience of recent graduates." *Economics of Education Review* 19(3), June, pp. 229-243.

Cassan Francine, Mazuy Magali et Clanché François (2001), Refaire sa vie de couple est plus fréquent pour les hommes. » *INSEE Première* 797, juillet, 4 p.

Cave Jonathan A. K. (1985), "A Further Comment on Preemptive Patenting and the Persistence of Monopoly." *American Economic Review* 75(1), March, pp. 256-258.

Cesaratto Sergio (1999), "Saving and Economic Growth in Neoclassical Theory." *Cambridge Journal of Economics* 23(6), November.

CGP (2001a), *Economie de la connaissance*. Document de Synthèse des travaux du séminaire d'experts, Service du Développement Technologique et Industriel, Commissariat Général au Plan, Septembre, 45 p.

CGP (2001b), « Les indicateurs de l'économie de la connaissance. » *Document de travail*, Service du Développement Technologique et Industriel, Commissariat Général au Plan, 65 p.

Chapin F. Stuart (1934), "The Present State of the Profession." *American Journal of Sociology* 39(4), January, pp. 506-508.

Chevalier Arnaud (2000), "Graduate Over-Education in the UK." *Working Paper*, Centre for the Economics of Education, LSE, December.

CIES (1999), *Monitorat et CIES : une réponse aux métiers d'enseignant-chercheur*. Colloque des CIES, CIES de Toulouse, 16-17 juin

Clark Andrew E. (1995), "Is Utility Relative? Evidence from Household Data." *DELTA Working Paper*.

Clark Andrew E. (1996), "Job Satisfaction in Britain." *British Journal of Industrial Relations* 34, pp 189-218.

Clark Andrew E. (1997), "Job Satisfaction and Gender: Why are women so Happy at Work?." *Labour Economics* 4(4), December, pp 341-372.

Clark Andrew E. (1998), "Measures of Job Satisfaction: What Makes a Good Job? Evidence from OECD Countries." *Labour Market and Social Policy Occasional Papers* 34, OECD.

Clark Andrew E. (1999), "What Really Matters in a Job? Hedonic Measurement using Quit Data." *Working Paper University of Orléans*.

Clark Andrew E. (2001), "What really matters in a job? Hedonic measurement using quit data." *Labour Economics* 8(2), May, pp. 223-242.

Clark Andrew E. and Oswald Andrew J. (1996a), "Satisfaction, and Comparison Income." *Journal of Public Economics* 61(3), September, pp 359-382.

- Clark Andrew E. and Oswald Andrew J. (1996b), "Unhappiness and Unemployment." *The Economic Journal* 104(424), May, pp. 648-659.
- Clark Andrew E., Georgellis Yannis, and Sanfey Peter (1998), "Job Satisfaction, Wage Changes and Quits: Evidence from Germany." *Research in Labor Economics* 17, pp. 95-121.
- Clark Andrew E., Oswald Andrew J. and Warr Peter B. (1995), "Is Job Satisfaction U-shaped In Age?." *CEPREMAP Working Paper* 9407, Paris, 39 p.
- Clark Shirley M. and Corcoran Mary (1986), "Perspectives on the Professional Socialization of Women Faculty: A Case of Accumulative Disadvantage?." *Journal of Higher Education* 57(1), January-February, pp. 20-43.
- CNRS (2003), *Rapport sur l'état de l'emploi scientifique et sur les recrutements des charges de recherché au CNRS*. Groupe de travail des secrétaires scientifiques des sections du Comité national de la recherche scientifique, Paris, juillet, 30 p.
- Coase Ronald H. (1960), "The Problem of Social Cost." *The Journal of Law and Economics* 3, pp. 1-44.
- Cohen Pierre et Le Déaut Jean-Yves (1999), *Priorité à la recherche. Quelle recherche pour demain ? 60 propositions pour améliorer la synergie entre recherche et enseignement supérieur, l'autonomie des jeunes, l'évaluation, la mobilité et les échanges*. Rapport au Premier Ministre, Paris.
- Cohen Wesley M., Levin Richard and Mowery David C. (1987), "Firm size and R&D intensity: a re-examination." *Journal of Industrial Economics* 35, pp. 543-65.
- Cohen Wesley M. and Levinthal Daniel A. (1989), "Innovation and Learning: the Two Faces of R&D." *The Economic Journal* 99(397), Septembre, pp. 569-96.
- Cohen Wesley M. and Levinthal Daniel A. (1990), "Absorptive Capacity: a New Perspective on Learning and Innovation." *Administrative Science Quarterly* 35, pp. 128-152.
- Cohen Wesley M. et Klepper Steven (1996), « A Reprise of Size and R&D », *The Economic Journal* 106(437), July, pp. 925-951.
- Cohendet Patrick, Foray Dominique, Guellec Dominique et Mairesse Jacques (1999), « La gestion publique des externalités positives de recherche. » in Foray Dominique et Mairesse Jacques (éds.), *Innovations et performances : approches interdisciplinaires*. EHESS, coll. Recherches d'histoire et de sciences sociales, 470 p.pp. 367-383.
- Cohendet Patrick, Héraud Jean-Alain et Zuscovitch Ehud (1992), « Apprentissage technologique, réseaux économiques et appropriabilité des innovations. » in Foray D. et Freeman C. (eds.), *Technologie et richesse des nations*. Economica.
- Cole Jonathan R. (1987), *Fair science: Women in the scientific community*. New York: Columbia University Press.
- Commission européenne (2001), *Politiques scientifiques dans l'Union européenne. Intégrer la dimension du genre, un facteur d'excellence*. Rapport du groupe de travail 'femmes et

sciences' du Réseau ETAN, Commission européenne, Direction générale de la Recherche, Bruxelles, 173 p.

Commission of the European Communities (2003), *Research in the European Research Area: one profession, multiple careers*. Communication from the Commission to the Council and the European Parliament, 18/7, 25 p.

Cooke Philip (2001), "New Economy Innovation Systems: Biotechnology in Europe and the USA." *Industry and Innovation* 8(3), December, pp. 267-289

Coulon Alain (1997), *Le métier d'étudiant. L'entrée dans la vie universitaire*. PUF coll. Politique d'aujourd'hui, Paris, 219 p.

Coulon Alain (1999), *Penser, classer, catégoriser : l'efficacité de l'enseignement de la méthodologie documentaire dans les premiers cycles universitaires : le cas de l'Université de Paris 8*. Association internationale de recherche ethnométhodologique Description, 65 p.

Coulon Alain, Ennafaa Ridha et Paivandi Saeed (2003), « Les allocataires-moniteurs de l'enseignement supérieur. » *Note d'Information de la DPD* 03-10, février.

Coulon Alain et Paivandi Saeed (2003), *Les étudiants étrangers en France, l'état des savoirs*. Rapport pour l'Observatoire national de la vie étudiante, mars, 51 pp. (téléchargeable : http://www.ove-national.education.fr/francais/en-ligne/files/Rapport_etranger.rtf).

Couppié Thomas et Michèle Mansuy (2000), « La place des débutants sur les marchés du travail européen », *Céreq Bref* 164, mai

Cowan Robin and Foray Dominique (1997), "The Economics of Codification and the Diffusion of Knowledge." *Industrial and Corporate Change* 6(3), pp. 595-622.

Cowan Robin, David Paul A. and Foray Dominique (1999), "The Explicit Economics of Knowledge Codification and Tacitness." *MERIT Memorandum* 99-027, Maastricht University, 35 p.

CPST (2002), *Postdocs: What We Know and What We Would Like to Know*, Proceedings of an NSF/CPST/Professional Societies Workshop, December 4, 2002, Commission on Professionals in Science and Technology, Washington DC.

Crampes Claude et Encaoua David (2001), "Microéconomie de l'innovation." *Cahiers de la MSE* 2001.67, Université de Paris I, août, 27 p.

Crance Michèle et Romanana-Rahary Suzy (2003), *La recherche scientifique française : les enseignants-chercheurs et les chercheurs des EPST*. OST (Observatoire des Sciences et des Techniques), octobre, Paris, 72 p.

Crepon Bruno et Nicolas Iung (1999), "Innovation, emploi et perforamnces." *Document de travail de la Direction des Etudes et Synthèses Economiques* 9904, INSEE, mars, 46 p.

Dahl Michael (à paraître), *Regional Specialisation and Economic Development: The Case of Denmark*. DRUID, University of Aalborg.

- Danner Magali, Kempf Marthe et Rousvoal J. (1999), « Le tutorat dans les universités françaises. » *Revue Française des Sciences de l'Éducation* 25(2), pp. 243-270
- Darity Williams and Goldsmith Arthur H. (1996), "Social Psychology, Unemployment and Macroeconomics." *Journal of Economic Perspectives* 10, pp. 121-140.
- Das Marcel and van Soest Arthur (1997), "Expected and Realized Income Changes: Evidence from the Dutch Socio-economic Panel." *Journal of Economic Behavior and Organization* 32(1), January, pp. 137-154.
- Dasgupta Partha and David Paul A. (1994), "Toward a New Economics of Science." *Research Policy* 23(5), September, pp. 487-521.
- Dasgupta Partha and Stiglitz Joseph E. (1980), "Industrial Structure and the Nature of Innovative Activity." *The Economic Journal* 90(358), June, pp. 266-293.
- Dasgupta Partha and Stiglitz Joseph E. (1988a), "Learning-by-Doing, Market Structure and Industrial and Trade Policies." *Oxford Economic Papers* 40(2), June, pp. 246-268.
- Dasgupta Partha et Stiglitz Joseph E. (1988b), "Potential Competition, Actual Competition, and Economic Welfare." *European Economic Review* 32(2-3), March, pp. 569-577.
- David Paul A. (1994), "Positive feedbacks and research productivity in science: reopening another black box." in Ove Granstrand (eds.), *The economics of technology*. Elsevier.
- David Paul A. (1977), "Invention and Accumulation in America's Economic Growth: A Nineteenth-Century Parable." *Journal of Monetary Economics* 6(0), Supplementary series 1977, pp. 179-228.
- David Paul A. (1985), "Cio and the Economics of QWERTY" *American Economic Review* 75(2), Papers and Proceedings, May, pp. 332-337.
- David Paul A. (1986), "Understanding the Economics of QWERTY: The Necessity of History." in Parker W.N. (ed.), *Economic History and the Modern Economist*. Blackwell, Oxford, pp. 30-49.
- David Paul A. (1990), "The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective on the Modern Productivity Paradox." *American Economic Review* 80(2), Papers and Proceedings, May, pp. 355-361.
- David Paul A. (1999), "At Last, a Remedy for Chronic QWERTY-Skepticism." Papier présenté à la *European Summer School in the Industrial Dynamics (ESSID)*, Cargèse (Corse), France, 5-12 septembre.
- Davis Geoff (1997), "Mathematics and the Market." *Notices of the AMS*, November.
- De la Mothe John and Paquet Gilles (1998, eds.), *Local and Regional Systems of Innovation*. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- De Lasalle Marine et Maillard Dominique (1999), « Entretiens auprès de docteurs diplômés en 1993 - De la compétence universitaire à l'employabilité dans le secteur privé : une injonction paradoxale ? », *Document Céreq* 144, série Synthèse, juin.

De Lasalle Marine, Dominique Maillard, Daniel Martinelli, Jean-Jacques Paul, Cathy Perret (1999), *De la compétence universitaire à la qualification professionnelle. L'insertion des docteurs*. Document Céreq n° 144, série Synthèse, juin.

Debreu Gérard (1959), *Theory of Value: An axiomatic Analysis of Economic Equilibrium*. Yale University Press, New Haven.

Dedieu François (2003), *Les chercheurs et post-doctorants étrangers travaillant dans les institutions publiques de recherche et les entreprises*. Centre de Sociologie des Organisations, Paris, octobre, 103 p.

DesJardins Stephen L., Ahlburg Dennis A. and McCall Brian PP. (2002), "Simulating the Longitudinal Effects of Changes in Financial Aid on Student Departure from College." *Journal of Human Resources* 37(3), Summer, pp. 653-679.

Diener Ed (2000), "Subjective Well-Being: The Science of Happiness and a Proposal for a National Index." *American Psychologist* 55(1), pp. 34-43.

Diener Ed, Suh Eunkook M., Lucas Richard E. et Smith Heidi L. (1999), "Subjective Well-Being: Three Decades of Progress." *Psychological Bulletin* 125(2), March, pp. 276-302

Dinopoulos Elias and Thompson Peter (1998), "Schumpeterian Growth without Scale Effects." *Journal of Economic Growth* 3(4), December, pp. 313-335.

Dixon Huw D. (1997), "Controversy: Economics and Happiness." *The Economic Journal* 107(445), November, pp. 1812-1814.

Dolton Peter J. and Silles Mary (2001), "Over-Education in the Graduate Labour Market: Some Evidence from Alumni Data." *Working Paper, Centre for the Economics of Education, LSE*, June

Dolton Peter J. and Kidd Michael PP. (1998), "Job Changes, Occupational Mobility and Human Capital Acquisition: An Empirical Analysis." *Bulletin of Economic Research* 50(4), October, pp. 265-295.

Dolton Peter J. and Makepeace G. H. (1990), "The Earnings of Economics Graduates." *The Economic Journal* 100(309), March, pp. 237-250.

Dominitz Jeff et Manski Charles F. (1996), "Eliciting Student Expectations of the Return to Schooling." *Journal of Human Resources* 31(1), Winter, pp. 1-26.

Donnay Jean et Romainville Marc (1996), *Enseigner à l'université - un métier qui s'apprend*. De Boeck Université, Bruxelles, 160 p.

Drost André (2002). "The Dynamics of Occupational Choice. Theory and Evidence." *Labor* 16(2), pp. 201-233.

Dosi Giovanni (1988), "Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation." *Journal of Economic Literature* 26(3), September, pp. 1120-71.

Dosi Giovanni, Pavitt Keith and Soete Luc (1990), *The Economics of Technical Change and International Trade*. Harvester Wheatsheaf, New York.

- Drost André (2000), "The Dynamics of Occupational Choice. Theory and Evidence." mimeo, Université de Cologne.
- Duncan Otis Dudley (1975), "Does Money Buy Satisfaction?." *Social Indicators Research* 2, pp. 267-274.
- Durlauf Steven N. (2000), "Econometric analysis and the study of economic growth: A sceptical perspective." in Backhouse R. and Salanti S. (eds.), *Macroeconomics and the Real World*. Vol. I: Econometric techniques and macroeconomics, pp. 249-61.
- Durlauf Steven N. and Quah Danny T. (1998), "The New Empirics of Economic Growth." *Centre for Economic Performance Discussion Paper* 384, 113 p.
- Dyer William G. (1956), "A Comparison of Families of High and Low Job Satisfaction." *Marriage and Family Living* 18(1), February, pp. 58-60.
- Easterlin Richard A. (1973), "Does Money Buy Happiness?." *The Public Interest* 30, Winter, pp. 3-10.
- Easterlin Richard A. (1974), "Does Economic Growth Improve the Human Lot? Some Empirical Evidence." in David P. A. and Reder M. W. (eds.), *Nations and Households in Economic Growth*. Academic Press, New-York, pp. 89-125.
- Easterlin Richard A. (1981), "Why Isn't the Whole World Developed?." *Journal of Economic History* 41(1), March, pp. 1-19.
- Easterlin Richard A. (1995), "Will Raising the Incomes of All Increase the Happiness of All?." *Journal of Economic Behavior and Organization* 27(1), June, pp. 35-47.
- Easterlin Richard A. (2001), "Income and Happiness: Towards a Unified Theory." *The Economic Journal* 111, pp. 465-84.
- Eder Klaus (1993), *The New Politics of Class: Social Movements and Cultural Dynamics in Advanced Societies*. Sage, Newbury Park.
- Edquist Charles (1997, ed.), *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. Pinter, London.
- Ehrenberg Ronald G. (1992), "The Flow of New Doctorates." *Journal of Economic Literature* 30(2), June, pp. 830-875.
- Ehrenberg Ronald G. (1999), "The Changing Distributions of New Ph.D. Economists and Their Employment: Implications for the Future." *Journal of Economic Perspectives* 13(3). Summer, pp. 135-138.
- Ehrenberg Ronald G., Rees Daniel I. And Brewer Dominic J. (1993), "Institutional Responses to Increased External Support for Graduate Students." *The Review of Economics and Statistics* 75(4). November, pp. 671-682.
- Ehrenberg, Ronald G. and Panagiotis G. Mavros (1995) "Do Doctoral Students Financial Support Patterns Affect Their Time-to-Degree and Completion Probabilities." *Journal of Human Resources* 30(3), pp. 581-609.

Ellie Ragland-Sullivan, Peter Barglow (1981), "Job Loss: Psychological Response of University Faculty." *Journal of Higher Education* 52(1), January-February, pp. 45-66.

Enders Jürgen (1999), "Crisis? What crisis? The academic profession in the 'knowledge' society." *Higher Education* 38(1), pp. 71-81.

Enders, Jürgen (2000, éd.), *Employment and Working Conditions of Academic Staff in Europe*. Gewerkschaft Erziehung und Wissenschaft, Frankfurt.

Enders Jürgen (2001, éd.), *Academic Staff in Europe: Changing Contexts and Conditions*. Greenwood Press, London.

Enders Jürgen (2002), "Serving many Masters: The Ph.D. on the Labour Market, the Everlasting Need of Inequality, and the Premature Death of Humboldt." *Higher Education* 44, pp. 493-517.

Enders Jürgen and Mugabushaka Alexis-Michel (2004), *Wissenschaft und Karriere Erfahrungen und Werdegänge ehemaliger Stipendiaten der DFG*, Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), 120 p.

Engerman Stanley L. et Jones Ronald W. (1997), "International Labor Flows and National Wages." *American Economic Review* 87(2), Papers and Proceedings, May, pp. 200-204.

Epiphane Dominique et Martinelli Daniel (1997), « Famille, petites annonces, ANPE... L'accès à l'emploi des diplômés de l'enseignement supérieur. » *Formation Emploi* 58, avril-juin.

Espéret Eric (2001), *Nouvelle définition des tâches des enseignants et des enseignants-chercheurs dans l'enseignement supérieur français*. Rapport de la Commission instituée par M. Jack Lang, Juillet.

Esterle Laurence et Chapelle Sylviane (2002), *Analyse de la participation des femmes aux instances scientifiques*. Rapport réalisé par l'Observatoire des Sciences et des Techniques avec le soutien financier de la mission Parité pour la science et la technologie, OST, février, Paris, 41 p.

Etzkowitz Henry and Webster Andrew (1998), « Entrepreneurial Science: the second academic revolution », in Etzkowitz Henry, Webster Andrew and Healey Peter (1998), *Capitalizing Knowledge*. State University of New York Press, Suny Series Frontiers in Education, pp. 22-46.

Etzkowitz Henry, Webster Andrew and Healey Peter (1998), *Capitalizing Knowledge*. State University of New York Press, Suny Series Frontiers in Education, 278 p.

European Commission (2000), *Towards a European research area*. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, COM (2000) 6-18.01.2000, 38 p.

European Commission (2001), *A mobility strategy for the European Research Area*. Communication from the Commission to the Council and the European Parliament, COM (2001) 331 - 20.06.2001, 18 p.

European Commission (2002), *More Research for Europe. Towards 3% of GDP*. Communication from the Commission, COM(2002) 499 final, 11.9.2002, 22 p.

European Commission (2003a), *A Mobility Strategy for the European Research Area*. Commission Staff Working Paper, First implementation report, SEC (2003) 146, 4.2.2003, 18 p.

European Commission (2003b), *Investing in research: an action plan for Europe*. Communication from the Commission, COM (2003) 226 final/2, 04.06.2003.

European Commission (2003c), *Research in the European Research Area: One Profession, multiple Careers*. Communication from the Commission to the Council and the European Parliament, COM(2003) 436 final, 25 p.

European Commission (2003d), *Towards a European Research Area. Science, Technology and innovation. Key Figures 2003-2004*. DG for Research, 100 p.

Euroscience (1998), *The Future of Young Scientists in Europe*. Draft report of the ad hoc Euroscience work group, October 20.

Euroscience (2003), *New Science and Technology Based Professions in Europe*. Scientific report on the conference organised by Euroscience, Bischenberg, November 7-10, 2002, 1er février, 11 p.

Evans Paul (1996), "Using Cross-Country Variances to Evaluate Growth Theories." *Journal of Economic Dynamics and Control* 20(6-7), June-July, pp. 1027-49.

Evans Paul (1998), "Using Panel Data to Evaluate Growth Theories." *International Economic Review* 39(2), May, pp. 295-306.

Ezekiel Mordecai (1938), "The Cobweb Theorem." *Quarterly Journal of Economics* 52(2), February, pp. 255-280.

Faris Ellsworth (1934), "Too Many Ph.D.s?" *American Journal of Sociology* 39(4), January, pp. 509-512.

Fave-Bonnet Marie-Françoise (2002), « Evolution des missions des enseignants-chercheurs : historique des débats et des rapports depuis vingt ans. » *Colloque Quelle pédagogie pour les étudiants entrant à l'Université ?*, Orsay, 10-11 septembre.

Felderer Bernhard and André Drost (2000), "Cyclical Occupational Choice in a Model with Rational Wage Expectations and Perfect Occupational Mobility." *Economics Series* 81, Institute for Advanced Studies, Vienna, March

Feldman Maryann (1994), *The Geography of Innovation*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht

Feldman Maryann (1999), "The New Economics of Innovation, Spillovers and Agglomeration: A Review of Empirical Studies." *Economics of Innovation and New Technology* 8, pp. 5-25

Felouzis Georges (1997), *L'efficacité des enseignants : sociologie de la relation pédagogique*. PUF coll. Pédagogie d'aujourd'hui, Paris, 194 p.

Ferrer de Valero Yasmina (2001), "Departmental Factors Affecting Time-to-Degree and Completion Rates of Doctoral Students at One Land-Grant Research Institution." *Journal of Higher Education* 72(3), May/June, pp. 341-367.

Festinger Leon A. (1957). *A Theory of Cognitive Dissonance*. Stanford University Press, Standford.

Fine Ben (2000), "Endogenous Growth Theory: A Critical Assessment." *Cambridge Journal of Economics* 24(2), March, pp. 245-265.

Finegold David and Soskice David (1988), "The Failure of Training in Britain: Analysis and Prescription." *Oxford Review of Economic Policy* 4, pp. 21-53.

Finkel Susan Kolker and Olswang Steven G. (1996), "Child Rearing as a Career Impediment to Women Assistant Professors." *Review of Higher Education* 19 (2), pp. 123-141.

Finkel Susan Kolker, Olswang Steven G. and She N. (1994), "Childbirth, Tenure, and Promotion for Women Faculty." *Review of Higher Education* 17 (3), pp. 259-270.

Finn Michael, Leigh Ann Pennington and Kathryn Hart Anderson (1995), *Foreign Nationals Who Receive Science or Engineering Ph.D.s from U.S. Universities: Stay Rates and Characteristics of Stayers*. Oak Ridge Institute for Science and Education.

Finn Michael (1999), *Stay Rates of Foreign Doctorate Recipients from U.S. Universities, 1997*. Institute for Science and Education, Oak Ridge, TN: Oak Ridge.

Finnegan Dorothy E. (1993), "Segmentation in the Academic Labor Market: Hiring Cohorts in Comprehensive Universities." *Journal of Higher Education* 64(6), November-December, pp. 621-656.

Firth Lucy et Mellor David (2000), "Learning and the New Growth Theories: Policy Dilemma." *Research Policy* 29(9), December, pp. 1157-1163.

Fischer Peter (1999), *On the Economics of Immobility*. Paul Haupt, Bern.

Foray Dominique (2000a), "On the French system of innovation: between institutional inertia and rapid changes." *Paper prepared for the workshop "Innovation paradigm: the impact of economic ideas on RTD policies."* 4S/EASST Conference 2000, September 27-30, Vienna

Foray Dominique (2000b), *L'économie de la connaissance*. La Découverte, coll. Repères, Paris, 128 p.

Foray Dominique (2004), *Economics of Knowledge*. MIT Press, 288 p.

Foray Dominique et Mairesse Jacques (1999 ed.), *Innovations et performances : approches interdisciplinaires*. EHESS, coll. Recherches d'histoire et de sciences sociales, 470 p.

Forest James (1998, ed.), *University Teaching: International Perspectives*. Garland Publishing, 432 p.

- Forgeot Gérard et Jérôme Gautié (1997), "Insertion professionnelle des jeunes et processus de déclassement." *Economie et Statistique* 304-305, pp. 53-74
- Form William H., Geschwender James A. (1962), "Social Reference Basis of Job Satisfaction: The Case of Manual Workers." *American Sociological Review* 27(2), April, pp. 228-237.
- Forster Nick (2001), "A Case Study of Women Academics' Views on Equal Opportunities, Career Prospects and Work-Family Conflicts in a U.K. University." *Career Development International* 6(1), pp. 28-38.
- Francoz Dominique et Jacquin Yves (2001), "Evolution et rôle des financements publics de la R&D française." *Education et Formation* 59, juin.
- Frank Robert H. (1997), "The Frame of Reference as a Public Good." *The Economic Journal* 107(445), November, pp. 1832-1847.
- Fransman Martin (2001), "Designing Dolly: Interactions between Economics, Technology and Science and the Evolution of Hybrid Institutions." *Research Policy* 30(2), pp. 263-273.
- Freeman Chris (1988), "Quantitative and Qualitative Factors in National Policies for Science and Technology", in Annerstedt J. and Jamison A. (eds), *From Research Policy to Social Intelligence: Essays for Steven Dedjer*. Macmillan, London.
- Freeman Chris and Soete Luc (1997), *The Economics of Industrial Innovation*. 3rd edition, Pinter, London.
- Freeman Chris et Perez Carlota (1988), "Structural Crisis of Adjustment, Business Cycles and Investment Behavior." in Dosi et al. (éd.), *Technical Change and Economic Theory*. Pinter Publishers, London.
- Freeman Richard B. (1972), "Labor Market Adjustments in Psychology", *American Psychologist* 27, pp. 384-93.
- Freeman Richard B. (1975a), "Supply and Salary Adjustments to the Changing Science Manpower Market: Physics 1948-73." *American Economic Review* 65(1), pp. 27-39.
- Freeman Richard B. (1975b), "Legal 'Cobwebs': A Recursive Model of the Market for New Lawyers." *Review of Economics and Statistics* 57(2), May, pp. 171-179.
- Freeman Richard B. (1976a), "A Cobweb Model of the Supply and Starting Salary of New Engineers." *Industrial and Labor Relations Review* 29, pp. 238-59.
- Freeman Richard B. (1976b), *The Overeducated American*. Academic Press, New York.
- Freeman Richard B. (1989), "Supply and salary adjustments to the changing market for physicists." in *Labor Markets in Action*, Harvard University Press, Harvard.
- Freeman Richard B. and Breneman David W. (1974), *Forecasting the Ph.D. Labor Market: Pitfalls for Policy*. Technical Report No. 2, National Board on Graduate Education, National Academy of Sciences Press, Washington D.C.

Freeman Richard B. and Leonard Jonathan (1978), "Autoregressive Degree Patterns: Evidence of Endogenous Cycles in the Market?" *Proceedings of the Industrial Relations Research Association*, Winter, pp. 10-19.

Freeman Richard. B. (1978), "Job Satisfaction as an Economic Variable." *American Economic Review* 68, May, pp. 135-141.

Freeman Richard B. (1999), "It's Better Being an Economist (but Don't Tell Anyone)." *Journal of Economic Perspectives* 13(3), pp. 139-145.

Fréville Yves (2001), *Des universitaires mieux évalués, des universitaires plus responsables*. Rapport d'information du Sénat 54 (2001-2002), Commission des finances, 6 novembre, 522 p.

Frey Bruno S. and Stutzer Alois (2002), "What Can Economists Learn from Happiness Research?" *Journal of Economic Literature* 40(2), June, pp. 402-435.

Friedson Eliot (1994), *Professionalism Reborn: Theory, Prophecy and Policy*. Chicago University Press, Chicago, 238 p.

Gagnol Laurent et Héraud Jean-Alain (2001), « Impact économique régional d'un pôle universitaire : application au cas strabourgeois. » *Revue d'Économie Régionale et Urbaine* 4.

Gaillard Anne Marie et Gaillard Jacques (1998a), "The International Circulation of Scientists and Technologists: a Win-loose or a Win-win situation ?", *Science Communication* 20(1), pp. 106-115.

Gaillard Anne Marie et Gaillard Jacques (1999), *Les enjeux des migrations scientifiques internationales: de la quête du savoir à la circulation des compétences*. L'Harmattan, coll. Questions contemporaines, Paris.

Gaillard Anne Marie et Gaillard Jacques (2002), « Fuite des cerveaux, circulation des compétences et développement : un enjeu politique. » *Mots Pluriels* 20, février (<http://www.arts.uwa.edu.au/MotsPluriels/MP2002ajg.html>).

Gaillard Anne Marie et Gaillard Jacques (1998b), « Fuite des cerveaux, retours et diasporas », *Futuribles* 228, février, pp. 25-49.

Gandon Martine et Jacquin Yves (2000), « L'effort de recherche et développement des principaux groupes industriels français. » *Note d'information de la DPD* 01-41, août

García-Peñalosa Cecilia (2003), "Distribution and policy in the new growth literature." in Salvadori (ed.), *Old and New Growth Theories: An Assessment*. Edward Elgar, à venir.

Genda Yuji and Kurosawa Masako (2000), "Transition from School to Work in Japan." *Paper presented to the 13th annual NBER-CEPR-TCER Conference*, December 15-16.

Geuna Aldo (1999), *The Economics of Knowledge Production: Funding and the Structure of University Research*. Edward Elgar, Cheltenham.

Geuna Aldo (2001), "The Changing Rationale for European University Research Funding: Are there Negative Unintended Consequences." *Journal of Economic Issues* 35, pp. 607-632.

Gilbert Richard J. and Newbery David M. G. (1982), "Preemptive Patenting and the Persistence of Monopoly." *American Economic Review* 72(3), June, pp. 514-526.

Gilbert Richard J. and Newbery David M.G. (1984), "Preemptive Patenting and the Persistence of Monopoly: Reply." *American Economic Review* 74(1). March, pp. 251-253.

Giret Jean-François, Perret Cathy, Recotillet Isabelle (2003), « Les jeunes scientifiques dans le secteur privé : quel rendement de la formation doctorale ? » *Journées de l'AES*, AES (Association d'Economie Sociale), Grenoble, 11-12 septembre 2003. 14 p.

Gjerding Allan Naes (1998), "Technical Collaboration as Social Construction: Some Observations on Tacit Knowledge and Shared Meanings." *International Business Economics Working Paper* 29, Aalborg University, Denmark.

Godfrey Hollis (1913), "The Training of Industrial Engineers." *Journal of Political Economy* 21(6), June, pp. 494-499.

Golde Chris M. (1997), "Beginning Graduate School: Explaining First Year Doctoral Student Attrition." in Anderson Melissa S. (ed.), *The Experience of Being in Graduate School: An Exploration*.

Golde Chris M. (2000), "Should I Stay or Should I Go?: Student descriptions of the doctoral attrition process." *Review of Higher Education* 23(2), pp. 119-227.

Golde Chris M. and Dore Timothy M. (2001), *At Cross Purposes: What the Experiences of Doctoral Students Reveal about Doctoral Education*. A report prepared for The Pew Charitable Trusts, Philadelphia, PA.

Goldman Chalres A. and Massy William F. (2001), *The Ph.D. Factory. Training and Employment of Science and Engineering Doctorates in the United States*. Anker Publishing Company, Bolton MA.

Gonard Thierry (1999), "The Process of Change in Relationships Between Public Research and Industry: Two Case Studies from France." *R&D Management* 29(2), April, pp. 143-152.

Goodfriend Marvin et McDermott John (1998), "Industrial Development and the Convergence Question." *American Economic Review* 88(5), December, pp. 1277-1289.

Grant Linda Kennelly Ivy and Ward Kathryn B. (2000). "Revisiting the Gender, Marriage, and Parenthood Puzzle in Scientific Careers." *Women's Studies Quarterly* 28, pp. 62-85.

Greene William H. (1981), "Sample Selection Bias as a Specification Error: A Comment." *Econometrica* 49(3), May, pp. 795-798.

Greene William H. (1999), *Econometric Analysis*. Prentice Hall PTR, 1004 p.

Griffith Rachel, Redding Stephen and Van Reenen John (2001), "Mapping the two faces of R&D: productivity growth in a panel of OECD industries", *Institute for Fiscal Studies Working Paper* 02-00, August, 44 p.

Griffith, Rachel, Redding, Stephen and Van Reenen, John (2003), "R&D and Absorptive Capacity: Theory and Empirical Evidence." *Scandinavian Journal of Economics* 105(1), pp. 99-119.

Griliches Zvi (1990), "Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey." *Journal of Economic Literature* 28, December, pp. 1661-707.

Grivillers Eric et Gugenheim Francis (2002), *Les doctorants de l'USTL : description des populations. Analyse des cursus sur cinq ans*. Observatoire des formations et de l'insertion professionnelle, Université des Sciences et Technologies de Lille, Novembre, 61 p.

Groot Wim and Maassen van den Brink Henriette (1998), "Job Satisfaction, Wages and Allocation of Men and Women." *Working Paper* 10-98, Maastricht University

Grossman Gene M. and Helpman Elhanan (1991), *Innovation and Growth in the Global Economy*. MIT Press, Cambridge MA.

Grossman Gene M. and Helpman Elhanan (1994), "Endogenous Innovation in the Theory of Growth." *Journal of Economic Perspectives* 8(1), Winter, pp. 23-44.

Grossman Gene M. et Helpman Elhanan (1989), "Product Development and International Trade." *Journal of Political Economy* 97(6), December, pp. 1261-1283.

Grubel Herbert G. and Scott Anthony D. (1966), "The Immigration of Scientists and Engineers in the United States." *Journal of Political Economy* 74(4), August, pp. 368-378.

Gruenberg Barry (1980), "The Happy Worker: An Analysis of Educational and Occupational Differences in Determinants of Job Satisfaction." *American Journal of Sociology* 86(2), September, pp. 247-271.

Guellec Dominique and van Pottelsberghe Bruno (2000), "The Impact of Public R&D Expenditure on Business R&D." *STI Working Paper* 2000-4, OCDE, 26 p.

Gustman Alan L. and Steinmeier Thomas (1981), "The Impact of Wages and Unemployment on Youth Enrollment and Labor Supply." *Review of Economics and Statistics* 63(4), November, pp. 553-560.

Hackett Edward J. (1990), "Science as a Vocation in the 1990s: The Changing Organizational Culture of Academic Science." *Journal of Higher Education* 61(3), May-June, pp. 241-279.

Hafferty Frederic W. (1986), "Physician Oversupply as a Socially Constructed Reality." *Journal of Health and Social Behavior* 27(4), December, pp. 358-369.

Hahn Frank (1998), "The "Exogenous" in "Endogenous" Growth theory." *XI Workshop, International School of Economic Research*, Siena.

Hamberg D. (1964), "Size of firm, oligopoly and research: the evidence." *Canadian Journal of Economics and Political Science* 30, pp. 62-75.

Hambleton Ian R., Foster William H. and Richardson John T.E. (1998), "Improving student learning using the personalised system of instruction." *Higher Education* 35, pp. 187-203.

- Hamer Dean H. (1996), "The Heritability of Happiness." *Nature Genetics* 14(2), pp. 125-26.
- Hammermesh Daniel. S. (1977), "Economic Aspects of Job Satisfaction." in Ashenfelter O. E. and Oates W. E. (eds), *Essays in Labor Market Analysis*, John Wiley, New York, pp. 53-72.
- Hammermesh Daniel. S. (1999), "The Changing Distribution of Job Satisfaction." *NBER Working Paper* 7332, September, 45 p. (published in *Journal of Human Resources* 36(1), 30 p.).
- Hampton Mary B. and Heywood John S. (1999) "The Determinants of Perceived Underpayment: the Role of Racial Comparisons." *Review of Social Economy* 57, pp. 141-155.
- Hansen W. Lee (1961), "The Shortage of Engineers." *Review of Economics and Statistics* 43(3), August, pp. 251-256.
- Hansen W. Lee (1991), "The Education and Training of Economics Doctorates: Major Findings of the Executive Secretary of the American Economic Association's Commission on Graduate Education in Economics." *Journal of Economic Literature* 29(3), September, pp. 1054-1087.
- Hansen W. Lee (1999), "The Link from Graduate Education in Economics to the Labor Market." *Journal of Economic Perspectives* 13(3), Summer, pp. 147-151.
- Hansen Wendy (2004, ed.), *Brain drain: Emigration Flows for Qualified Scientists*. Report for the European Commission coordinated by MERIT, à paraître.
- Hanson Trudy L. (1992), "The abd phenomenon: The "at-risk" population in higher education and the discipline of communication." *Paper presented at the annual meeting of the Speech Communication Association*, Chicago IL, October 29-November 1.
- Harfi Mohamed et Rémy Brigitte (2001), « Recherche et Innovation : la France dans la compétition mondiale. » *Education et Formation* 59, juin.
- Harper Barry (1995), "Male Occupational Mobility in Britain." *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 57(3), pp. 349-369.
- Hausman Jerry, Hall Brownyn H. and Griliches Zvi (1984), "Econometric Models for Count Data with an Application to the Patents-R & D Relationship." *Econometrica* 52(4), July, pp. 909-938.
- Hay Joel W. (1991), "Physicians' Specialty Choice and Specialty Income." in Duru G. and Paelinck J.H.P. (eds.), *Econometrics of Health Care*, Kluwer Academicpp, pp. 95-113
- Heath Julia A. and Tuckman Howard PP. (1989), "The Impact on Labor Markets of the Relative Growth of New Female Doctorates." *Journal of Higher Education* 60(6), November-December, pp. 704-715.
- Heckman James J. (1981), "Statistical Models for Discrete Panel Data." in Manski Charles F. et McFadden Daniel L. (eds.), *Structural Analysis of Discrete Data and Econometric Applications*. The MIT Press, Cambridge.

Heckman James J. (1979), "Sample Selection Bias as a Specification Error." *Econometrica* 47(1), January, pp. 153-162.

Heckman James J. (1990), "Varieties of Selection Bias." *American Economic Review* 80(2), Papers and Proceedings, May, pp. 313-318.

Helliwell John F. (2002), "How's Life? Combining Individual and National Variables to Explain Subjective Well-Being." *NBER Working Paper* 9065, July, 44 p.

Helliwell, John F. (1999), *Checking the Brain Drain: Evidence and Implications*. Advisory Council of Science and Engineering, Canada.

Helpman Elhanan and Trajtenberg Manuel (1998), "A Time to Sow and a Time to Reap: Growth Based on General Purpose Technologies." in Helpman Elhanan (ed.), *General Purpose Technologies and Economic Growth*. MIT Press, Cambridge MA, pp. 55-83.

Héon Michel (2002), *Enseignants-chercheurs, le renouvellement des générations*, Rapport de l'IGAENR, Ministère de l'Education Nationale et de la Recherche, novembre (en ligne : http://www.education.gouv.fr/syst/igaen/rapports/ens_cherch.htm)

Héraud Jean-Alain (2003), "Regional Innovation Systems and European Research Policy : Convergence or Misunderstanding?" *European Planning Studies* 11(1), pp. 41-56.

Hérault Dominique et Robin Naghmeh (2001), « Les effectifs de l'enseignement supérieur de la rentrée 1989 à la rentrée 1999 », *Note d'information de la DEP* 01-09, 6 p.

Hill Susan T. (2002), "Declines in US Doctorate Awards in Physics and Engineering." *InfoBrief NSF* 02-316, April.

Hirshleifer Jack (1971), "The Private and Social Value of Information and the Reward to Inventive Activity." *American Economic Review* 61(4), September, pp. 561-574.

Hirshleifer Jack (1973), "Where are we in the Theory of Information." *American Economic Review* 63(2), May, pp. 31-39.

Hoffman Dennis L. and Low Stuart A. (1983), "Rationality and the Decision to Invest in Economics." *Journal of Human Resources* 18(4), Fall, pp. 480-496.

Howitt Peter (1999), "Steady Endogenous Growth with Population and R&D Inputs Growing." *Journal of Political Economy* 107(4), August, pp. 715-730.

Howitt Peter (2000), "Endogenous Growth and Cross-Country Income Differences." *American Economic Review* 90(4), September, pp. 829-846.

Huisman Jeroen and Kaiser Frans (2001, eds.), *Fixed and Fuzzy Boundaries in Higher Education. A Comparative Study of (Binary) Structures in Nine Countries*. Den Haag, Adviesraad voor het Wetenschap- en Technologiebeleid (AWT), 114 p.

Huisman Jeroen and Bartelse Jeroen (2000), *Academic Careers: A Comparative Perspective*. Report prepared for the Dutch Advisory Council for Science and Technology Policy on academic careers, Sweden, Finland, Flanders and the United Kingdom, 96 p.

Hung Fan-Sing, Chung Yue-Ping and Sui-Chu Ho Esther(2000), "To work or to continue in higher education ? The choice of senior secondary students in Shenshen, China." *Higher Education* 39, pp. 455-467.

Idson Todd L. (1990), "Establishment Size, Job Satisfaction and Structure of Work." *Applied Economics* 11(4), pp. 606-28.

Inglehart Ronald (1990), *Cultural Shift in Advanced Industrial Society*. Princeton University Press, Princeton.

Inglehart Ronald et Klingemann Hans-Dieter (2000), "Genes, Culture, Democracy and Happiness." in Diener Ed and Suh E. M. (ed.), *Subjective Well-Being Across Cultures*. MIT Press, Cambridge MA.

Iqbal Mahmood (2000), "Brain Drain: Empirical Evidence of Emigration of Canadian Professionals to the United States." *Canadian Tax Journal* 48(3), pp. 674-88.

Irvine John, Martin Ben R. and Isard Phoebe (1990), *Investing in the Future: An International Comparison of Government Funding of Academic Related Research*. Edward Elgar

Ishikawa Jacob (1996), "Scale Economies in Factor Supplies, International Trade, and Migration." *Canadian Journal of Economics* 29(3), August, pp. 573-594.

Jacks Penelope, Chubin Daryl E., Porter Alan L., and Connolly Terry (1983), "The abcs of abds: A study of incomplete doctorates." *Improving College and University Teaching* 31, pp. 74-81.

Jacob Merle (1997), "Life in the Triple Helix: the contract researcher, the university and the knowledge society." *Science Studies* 10(2), pp. 35-49

Jaffe Adam B. (1989), "Real Effects of Academic Research." *American Economic Review* 79(5), pp. 957-970

Jaffe Adam B. and Trajtenberg Manuel (1996). "Flows of Knowledge from Universities and Federal Labs: Modeling the Flow of Patent Citations Over Time and Across Institutional and Geographic Boundaries." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 93, pp. 12671-77.

Jaffe Adam B. and Trajtenberg Manuel (1998). "International Knowledge Flows: Evidence from Patent Citations." *NBER Working Paper* 6507, April, 42 p.

Jaffe Adam B., Trajtenberg Manuel and Fogarty Michael S. (2000), "The Meaning of Patent Citations: Report on the NBER/Case-Western Reserve Survey of Patentees." *NBER Working Paper* 7631, April, 45 p.

Jaffe A.B., Trajtenberg M. and Henderson Rebecca (1993). "Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations." *Quarterly Journal of Economics* 108(3), pp. 577-98.

Jaffe Sam (2003), "Quality of Life Trumps Prestige." *The Scientist* 17(3), February 10, p. 22.

Jaumotte Florence (2003), "Female Labour Participation: Past Trends and Main Determinants in OECD Countries." *OECD Economics Department Working Paper* 376, OCDE, Paris.

Jewett Frank B. (1947), *The Future of Scientific Research in Postwar World*. Réédité dans Bumham J. C. (1971, ed.), *Science in America: Historical Reflexions*. Holt, Reinhart and Winston, New York.

Johnson Harry G. (1965), "The Economics of the 'Brain Drain': The Canadian Case." *Minerva* 3(3), pp. 289-311.

Johnson Jean M. (1998), *Statistical Profiles of Foreign Doctoral Recipients in Science and Engineering: Plans to Stay in the United States*. NSF 99-304, National Science Foundation, Division of Science Resources Studies, Arlington VA.

Johnson Jean M. (2000a), *Graduate Education Reform in Europe, Asia and the Americas and International Mobility of Scientists and Engineers*. Proceedings of an NSF Workshop, April.

Johnson Jean M. (2000b), *International Mobility of Doctoral Recipients from U.S. Universities*. Council of Graduate Schools, 40th Anniversary Meeting, December 5-9.

Johnson Jean M. (2001), "Human Resource Contributions to U.S. Science and Engineering From China." *Issue Brief NSF* 01-311, National Science Foundation, Arlington VA.

Johnson Jean M. and Regets Mark C. (1998), "International Mobility of Scientists and Engineers to the United States – Brain Drain or Brain Circulation?" *Issue Brief NSF* 98-316, National Science Foundation, Arlington VA.

Jones Charles I. (1995a), "R&D-based Models of Economic Growth." *Journal of Political Economy* 103(4), August, pp. 759-784.

Jones Charles I. (1995b). "Time Series Tests of Endogenous Growth Models." *Quarterly Journal of Economics* 110(2), pp. 495-525.

Jones Charles I. (1999), "Growth: With or Without Scale Effects ?" *American Economic Review* 89(2), May, pp. 139-144.

Jones Charles I. (2000), *Théorie de la croissance endogène*. De Boeck Université.

Jones Charles I. (2002), "Sources of Economic Growth in a World of Ideas." *American Economic Review* 92(1), March, pp. 220-239.

Jones Charles I. and Williams John C. (1998), "Measuring the Social Returns to R&D." *Quarterly Journal of Economics* 113(4), November, pp. 1119-1135.

Jones Charles I. and Williams John C. (1999), "Too Much of a Good Thing? The Economics of Investment in R&D." *NBER Working Paper* 7283, 31 p. (publié dans le *Journal of Economic Growth* 5(1), March 2000, pp. 65-85).

Jorgenson Dale (2001), « Information Technology and the US Economy », *American Economic Review* 91(1), March, pp. 1-32.

Jürges Hendrik (2001), "Age, Cohort, and the Slump of Job Satisfaction among West-German Workers." *Discussion Papers in Economics* 2001-02, Universität Dortmund

- Kahneman Daniel, Wakker Peter P. and Sarin Rakesh (1997). "Back to Bentham? Explorations of Experienced Utility." *Quarterly Journal of Economics* 112(2), May, pp. 375-405.
- Kaiser Lutz C. (2002), "Job Satisfaction: A Comparison of Standard, Non-Standard, and Self-Employment Patterns across Europe with a Special Note to the Gender/Job Satisfaction Paradox." *EPAG Working Paper 27*, Colchester: University of Essex.
- Kaldor Nicholas (1934), "A Classificatory Note on the Determinateness of Equilibrium." *The Review of Economic Studies* 1(2), February, pp. 122-136.
- Kang Kelly H. (2001). "Academic Employment of Recent Science and Engineering Doctorate Holders." *Issue Brief NSF 01-332*, Division of Science Resources Studies, National Science Foundation, Arlington VA, 4 p.
- Kannankutty Nirmala and Kang Kelly (2001), "Employment Preferences and Outcomes of Recent Science and Engineering Doctorate Holders in the Labor Market." *NSF Issue Brief 02-304*, October 30, National Science Foundation, Division of Science Resources Statistics, Arlington VA, 4 p.
- Keller Wolfgang (2001), "International Technology Diffusion." *NBER Working Paper 8573*, October, 60 pp. (publié dans *American Economic Review* 92(1), March 2002, pp. 120-142).
- Kennedy Charles (1964), "Induced Bias in Innovation and the Theory of Distribution." *The Economic Journal* 74(295), September., pp. 541-547.
- Kenny Charles (1999), "Does Growth Cause Happiness, or Does Happiness Cause Growth?" *Kyklos* 52(1), pp. 3-25.
- Kerlin Scott PP. (1995), "Pursuit of the Ph.D. "Survival of the Fittest," Or Is It Time for a New Approach?" *Education Policy Analysis Archive* 3(16), November.
- Kim Jinyoung and Marschke Gerald (2001), "Labor Mobility of Scientists, Technological Diffusion, and the Firm's Patenting Decision." *London Business School Working Paper*, October.
- Klenow Pete J. and Rodriguez-Clare Andrés (1997), "The Neoclassical Revival in Growth Economics: Has it Gone Too Far?" *NBER Macroeconomics Annual 1997*, MIT Press, Cambridge MA, pp. 73-103.
- Klerman Jacob A. et Karoly Lynn A. (1995), *The Transition to Stable Employment: the Experience of US Youth in their Early Labour Market Career*. National Center for Research on Vocational Education, University of California Berkeley.
- Kocher Martin G., Sutter Matthias (2001), "The institutional concentration of authors in top journals of economics during the last two decades." *The Economic Journal* 111(472), June, pp. 405-421.
- Kortum Samuel (1997), "Research, Patenting, and Technological Change." *Econometrica* 69(6), November, pp. 1389-1419.

Koser Khalid and Salt John (1997), "The Geography of Highly Skilled International Migration." *International Journal of Population Geography* 3, pp. 285-303.

Kremer Michael (1993), "Population Growth and Technological Change: One Million B.C. to 1990." *Quarterly Journal of Economics* 108(3), August, pp. 681-716.

Krotoski Danuta et Casey Tom (2001), *Background Report to the Workshop on "The International Training and Support of Young Investigators in the Natural Sciences."* Strasbourg, November.

Krueger Alan B. (1998), "Forecasting Successful Economics Graduate Students." *Working Paper* 403, Industrial Relations Section, Princeton University

Krueger Anne O. (1991), "Report of the Commission on Graduate Education in Economics." *Journal of Economic Literature* 29(3), September, pp. 1035-1053.

Kurz Heinz and Salvadori Neri (1998), "The 'New' Growth Theory: Old Wine in New Goatskins." in Coricelli F., Di Matteo M. and Hahn F. (eds.), *Growth and Development*. Macmillan, London and St. Martin's Press, New York.

Laband David N. and Lentz Bernard F. (1998), "The effects of sexual harassment on job satisfaction, earnings, and turnover among female lawyers." *Industrial and Labour Relations Review* 51, pp. 594-607

Laband David N. and Tollison Robert D. (2000), "Intellectual Collaboration." *Journal of Political Economy* 108(3), June, pp. 632-662.

Lacourrège Alain et Jacquin Yves (2000), « Les chercheurs en entreprise : evolution sur longue période et situation en 1997. » *Note d'information de la DEP* 00-10, mars

Lahire Bernard (1996), *Les manières d'étudier*. Les cahiers de l'OVE 2, La Documentation Française, Paris, 175 p.

Lambert Susan J. (1990), "Processes linking work and family: A critical review and research agenda." *Human Relations* 43 (3), pp. 239-257.

Langlois Richard N. (2001), "Knowledge, Consumption, and Endogenous Growth." *Journal of Evolutionary Economics* 11(1), January, pp. 77-93.

Larédo Philippe, Schimank Uwe and Winnes Markus (1999), *An approach to Public Sector Research through its Research Collectives: Overview*. European Comparison of Public Research System, Workpackage 2, TSER Project, June

Larédo Philippe et Mustar Philippe (2001), "La recherche, le développement et l'innovation dans les grandes entreprises françaises : dynamiques et partenariats." *Education et Formation* 59, juin.

Larédo Philippe and de Laat Bas (1998), *Public Sector Research in France: Synthesis Report*. Changing Structure Organisation and Nature of PSR Systems, Workpackage 1, Centre de Sociologie de l'Innovation, June, 54 p.

- Le Bas Christian (2000), "Demand Growth as a Determinant of R&D Expenditures: A Quantitative Study at the Sectoral Level", *Working Paper Macrotec Project*.
- Le Pors Anicet (2002), *Piloter l'accès des femmes aux emplois supérieurs : premier rapport du Comité de pilotage pour l'égal accès des femmes et des hommes aux emplois supérieurs des fonctions publiques*. La Documentation française, Paris, février, 116 p.
- Le Saout Rémy et Loirand Gildas (1998), « Les chargés d'enseignement vacataires. Les paradoxes d'un statut pervers. » *Genèses* 30, mars, pp. 146-156.
- Leffler Keith B. and Lindsay Cotton M. (1979), "How Do Human Capital Investors Form Earnings Expectations?" *Southern Economic Journal* 46(2), October, pp. 591-602
- Leicht Kevin T. and Fennell Mary L. (1997), "The Changing Organizational Context of Professional Work." *Annual Review of Sociology* 23, pp. 215-231.
- Leonard Jonathan S. (1982), "Wage Expectations in the Labor Market: Survey Evidence on Rationality." *Review of Economics and Statistics* 64(1), February, pp. 157-161.
- Levin Richard C., Klevorick Alvin K., Nelson Richard R. and Winter Sidney G. (1987), "Appropriating the Returns from Industrial Research and Development." *Brookings Paper on Economic Activity* 3, pp. 783-820.
- Levin Sharon and Paula Stephan (1991), "Research productivity over the life cycle: evidence for academic scientists." *American Economic Review* 81(1), March, pp. 114-132.
- Levin Shanon G., Black Grant C., Winkler Anne E., Stephan Paula E. (2003), "The Changing Career Outcomes of Scientists and Engineers in Academe. The Role of Immigrants." Draft.
- Lévy-Garboua Louis and Montmarquette Claude (1997), "Reported Job Satisfaction: What Does It Mean?" *Working Paper CIRANO 97s-09*, Montréal, March.
- Lévy-Garboua Louis, Montmarquette Claude and Simonnet Véronique (1998), "Job Satisfaction and Voluntary External Mobility: An Analysis Based on the German Socio-Economic Panel (1984-1994)." *Working Paper*, Montréal, August.
- Lewis M. Branscomb, Kodama Fumio and Florida Richard (1999), *Industrializing Knowledge: University-Industry Linkages in Japan and the United States*. The MIT Press, Cambridge MA.
- Li Elisabeth H. (1986), "Compensating Differentials for Cyclical and Noncyclical Unemployment: The Interaction between Investors' and Employees' Risk Aversion." *Journal of Labor Economics* 4(2), April, pp. 277-300.
- Light Audrey (1995), "Hazard Model Estimates of the Decision to Re-enroll in School." *Labor Economics* 2(4), pp. 381-406.
- Link Albert N. (1981), *Research and Development activity in U.S. Manufacturing*. Prager, New York, 124 p.
- Link Albert N., Seaks Terry G. and Woodbery S.R. (1988), "Firm size and R&D spending: testing for functional form." *Southern Economic Journal* 54, pp. 1027-32.

- Lissenburg Stephen and Harding Rebecca (2000), *Knowledge Links: Innovation in University-Business Partnerships*. Institute for Public Policy Research, London
- Lixi Clothilde, Teissier Claire et Vanderschelden Mélanie (2001), « La rentrée 2001 dans l'enseignement supérieur. » *Note d'information de la DEP* 01-53, 6 p.
- Long J. Scott and McGinnis Robert (1981), "Organizational Context and Scientific Productivity." *American Sociological Review* 46(4), August, pp. 422-442.
- Long, J. Scott and Fox, Mary Frank (1995). "Scientific Careers: Universalism and Particularism." *Annual Review of Sociology* 21, pp. 45-71.
- Long J. Scott (1990), *The Origins of Sex Differences in Science*. Social Forces, 68 (4), 1297-1315.
- Lotka Alfred J. (1926), "The Frequency Distribution of Scientific Productivity." *Journal of the Washington Academy of Sciences* 97, September.
- Lucas Robert E. (1988), "On the Mechanics of Economic Development." *Journal of Monetary Economics* 22(1), July, pp. 3-42.
- Lundvall Bengt Ake (1992, ed.), *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Frances Pinter, London.
- Maas Gudrun (2002), "Science Systems Face New Challenges." *Presentation at NPRNet Conference*, 21-23 mars, SPRU, University of Sussex, Brighton, UK.
- Macdonald Stuart (1998), *Information for Innovation*. Oxford University Press, Oxford.
- Machin Stephen et Oswald Andrew (1999), *Signs of Disintegration: a Report on UK Economics Ph.D.s and ESRC Studentship demand*, Report for ESRC, London.
- Machin Stephen et Oswald Andrew (2000), "UK Economics and the Future Supply of Academic Economists." *The Economic Journal* 110(464), June, pp. 334-349.
- Machin Steven and Manning Alan (1999). "The Causes and Consequences of Long Term Unemployment in Europe." in Ashenfelter Orley and Card David (eds.), *Handbook of Labor Economics*, volume 3C. Amsterdam: Elsevier Science.
- Machlup Fritz (1983), "Semantic Quirks in Studies of Information." in Machlup Fritz and Mansfield Una (eds.), *The Study of Information*. John Wiley, New York.
- Maddala G. S. (1983), *Limited-Dependent and Qualitative Variables in Econometrics*. Cambridge University Press, Cambridge, 401 p.
- Maddison Angus (1995), *Monitoring the World Economy 1820-1992*. OECD, Paris.
- Magner Denise K. (1998), "'Postdocs', seeing little way into the academic job market, seek better terms in the lab." *The Chronicle of Higher Education* 44(48) August 7, pp. 10-12.

Mahroum Sami (1999a), "Patterns of Academic Inflows to UK Higher Education System" Higher Education in Europe: "The Entrepreneurial University: How to Survive and Prosper in an Era of Global Competition", XXIV(1).

Mahroum Sami (1999b), "Highly Skilled Globetrotters: The International Migration of Human Capital." OECD/DSTI, Paris, 18 p.

Mahroum Sami (1999c), "Skilled Labour (Competing for the Highly Skilled: Europe in Perspective)." *Science and Public Policy* 26, pp. 17-25.

Mahroum Sami (2000), "Highly skilled globetrotters: mapping the international migration of human capital." *R&D Management* 30(1), January, pp. 23.

Majoie Bernard (1999), *Recherche et innovation : la France dans la compétition mondiale*. Rapport du groupe de travail présidé par Bernard Majoie, Commissariat Général du Plan, La Documentation Française, Paris, 440 p.

Malcom Shirley, Van Horne Catherin Gaddy Virginia and George Yolanda (1998), *Losing Ground: Science and Engineering Graduate Education of Black and Hispanic Americans*. Report to the American Association for the Advancement of Science.

Mangematin Vincent (2000), "Ph.D. Job Market: Professional Trajectories and Incentives during the Ph.D." *Research Policy* 29(6), pp. 741-756.

Mangematin Vincent (1997), « Y a-t-il trop de docteurs en sciences de la vie ? », *Biofutur* 171, pp 37-39.

Mangematin Vincent et Robin Stéphane (2002), « The double face of Ph.D. students: The French example. » *Document de travail INRA-ESR*, Grenoble, 16 p.

Mangematin Vincent (2003), « Les doctorants entre production et transfert de connaissances : le cas des sciences de la vie. » in Mustar Philippe et Pénan Hervé (éds.), *Encyclopédie de l'innovation*. Economica, Paris, pp. 539-554.

Mankiw N. Gregory (1995), "The Growth of Nations." *Brookings Papers on Economic Activity* 1995(1), pp. 275-310.

Mankiw N. Gregory, Romer David and Weil David N. (1992), "A Contribution to the Empirics of Economic Growth." *Quarterly Journal of Economics* 107(2). May, pp. 407-437.

Mansfield Edwin (1985), "How Rapidly Does New Industrial Technology Leak Out?" *Journal of Industrial Economics* 34(2), December, pp. 217-23.

Mansfield Edwin (1986), "Patents and Innovation: An Empirical Study." *Management Science* 32(2), February, pp. 173-81.

Mansfield Edwin (1991), "Academic Research and Industrial Innovation." *Research Policy* 20, pp. 1-12

Mansfield Edwin (1995), "Academic Research Underlying Industrial Innovations: Sources, Characteristics and Financing." *Review of Economics and Statistics* 77(1), pp. 55-65

Mansfield Edwin (1998), "Academic Research and Industrial Innovation: An Update of Empirical Findings." *Research Policy* 26, pp. 773-76

Mansfield Edwin, Schwartz Mark and Wagner Samuel (1981), "Imitation Costs and Patents: An Empirical Study." *The Economic Journal* 91(364), December, pp. 907-18.

Manski Charles F. (1993), "Adolescent Econometricians: How Do Youths Infer the Returns to Schooling?" in Clotfelter C.T. and Rotschild M. (eds.), *Studies of Supply and Demand in Higher Education*. University of Chicago Press, Chicago, pp. 43-57.

Marey Philip, de Grip Andries and Cörvers Frank (2001), "Forecasting the Labour Markets for Research Scientists and Engineers in the European Union." *Working Paper ROA-W-2001/3E*, published in annex 2 of Pearson R. et al. (2001)

Marschak Jacob (1954), "Towards an Economic Theory of Organization and Information." in Thrall R.M., Davis R.L. and Coombs C.H. (eds.), *Decision Processes*. Wiley, New York, pp. 187-220.

Marschak Jacob (1960), "Remarks on the Economics of Information." *Contributions to Scientific Research in Management*, UCLA Berkeley, pp. 71-98.

Marschak Jacob (1971), "Economics of Information Systems." in Intriligator Michael D. (ed.), *Frontiers of Quantitative Economics*, NorthHolland, Amsterdam, pp. 32-107.

Marsh Herbert W. and Hattie John (2002), "The Relation Between Research Productivity and Teaching Effectiveness: Complementary, Antagonistic, or Independent Constructs?" *The Journal of Higher Education* 73(5), September-October, pp. 603-645.

Marshall Alfred (1919), *Industry and Trade. A study of Industrial Technique and Business Organization; and of their Influences on the Conditions of Various Classes and Nations*. MacMillan and Co., London.

Martin Stephen (1994), *Industrial Economics: Economic Analysis and Public Policy*. Macmillan, New York, 664 p.

Martinelli Daniel (1994), Diplômés de l'université. Insertion au début des années 1990. *Document Céreq* 100, série Observatoire, Céreq, octobre, 68 p.

Martinelli Daniel et Molinari Mickaële (2000), L'insertion professionnelle en 1999 des diplômés de l'enseignement supérieur. *Document Céreq* 150, série Observatoire, Céreq, juin, 68 p.

Mason Geoff and Wagner Karin (1999), "Knowledge Transfer and Innovation in Britain and Germany: "Intermediate Institution" Models of Knowledge Transfer Under Strain?" *Industry and Innovation* 6(1), pp. 85-110.

Mason Geoff, Beltramo Jean-Paul, Paul Jean-Jacques (2000), "Knowledge Infrastructure, Technical Problem-solving and Industrial Performance: Electronics in Britain and France." *DRUID's Summer 2000 Conference*, Rebuild, Danemark, June 15-17 (à paraître dans *Research Policy*).

- Massy William and Goldman Charles (1995), "The Production and Utilization of Science and Engineering Doctorates in the United States." *Stanford Institute for Higher Education Working Paper*.
- McDonald Hugh J. (1943), "The Doctorate in America." *Journal of Higher Education* 14(4), April, pp. 189-194.
- McElrath Karen (1992). "Gender, Career Disruption, and Academic Rewards." *Journal of Higher Education* 63(3), pp. 269-281.
- McGahan Anita M. (1993), "The Effect of Incomplete Information about Demand on Preemption." *International Journal of Industrial Organization* 11(3), September, pp. 327-346.
- McGinnis Robert, Allison Paul D. and Long Scott J. (1982), "Postdoctoral Training in Bioscience: Allocation and Outcomes." *Social Forces* 60(3), March, pp. 701-722.
- Melka Johanna, Mulder Nanno, Nayman Laurence et Zignago Soledad (2003), "Skills, Technology and Growth: is ICT the key to Success? An Analysis of ICT Impact on French Growth." *CEPII Working Paper* 2003-04, May, 56 p.
- Meng Chun Lo et Schmidt Peter (1985), "On the Cost of Partial Observability in the Bivariate Probit Model." *International Economic Review* 26(1), February, pp. 77-85.
- Merle Pierre (1998), « L'efficacité de l'enseignement. » *Revue Française de Sociologie* 39(3), pp. 565-589.
- Metcalf J. Stanley (1995), "The Economic Foundations of Technology Policy: Equilibrium and Evolutionary Perspectives." in Stoneman Paul (ed.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technical Change*. Blackwell, London, pp. 409-512.
- Metcalf J. Stanley (1998), *Evolutionary Economics and Creative Destruction*. Routledge, London.
- Metcalf J. Stanley (1994), "Evolutionary Economics and Technology Policy." *Economic Journal* 104(425), July, pp. 931-944.
- Meyer-Krahmer Frieder and Schmoch Ulrich (1998), "Science-Based Technologies: University-Industry Interactions in Four Fields." *Research Policy* 27(8), pp. 835-851.
- Michelacci Claudio (2002), "Low Returns in R&D Due to Lack of Entrepreneurial Skills." *CEPR Discussion Paper* 3179, January, 29 p.
- Millar Jane and Senker Jacqueline (2000), *International Approaches in Research Policy and Funding: University Research in Different National Contexts*. SPRU, Final report prepared for the HEFCFE, April, 80 p.
- Miller A Edward, Langesen Miriam, Lee Shoou-Yih Daniel, Mick Stephen S. (1998), "Emigration of New Zealand and Australian Physicians to the United States and the International Flow of Medical Personnel." *Health Policy* 43(3), pp. 253-270.
- Miller Paul W. (1990), "Trade Unions and Job satisfaction." *Australian Economic Papers* 29(55), pp. 226-248.

Mills C. Wright (1953), *White Collar: The American Middle Classes*. Oxford University Press, New York.

Mills C. Wright (1957), *The Power Elite*. New York: Harper

Ministère de la Recherche (diverses années), *Rapport sur les Etudes Doctorales*. Direction de la Recherche, Mission Scientifique Universitaire, mai.

Miyagiwa Kaz (1991), "Scale Economies in Education and the Brain Drain Problem." *International Economic Review* 32(3), August, pp. 743-759.

MLA (1997), *Report from MLA* (Modern Language Association). Comitee on Professional Employment, December.

Moffat Linda K. (1978), "Departmental Characteristics and Physics Ph.D. Production 1968-1973." *Sociology of Education* 51(2), April, pp. 124-132.

Moguéro Philippe (2001), "A Comparison between the French and the US Scientific Labour Market: Academic vs. non Academic Jobs ?" *IREDU Working Paper*.

Moguéro Philippe (2002a). "Science and Engineering Labour Markets: A Comparison between France and the United States." *Présentation lors de la European Society for Population Economics Conference ESPE 2002*, 12-15 juin, Bilbao, Espagne.

Moguéro Philippe (2002b), « Diversité des post-doctorats et insertion professionnelle des docteurs. » *Journée d'études du Dispositif d'observations décentralisées des carrières et de l'insertion des docteurs (ODCID)*, MSU, Ministère de la Recherche, 21 novembre, Paris.

Moguéro Philippe (2003a), « Le monitorat d'initiation à l'enseignement supérieur : un dispositif ambivalent, entre efficacité interne et efficacité externe. » *Papier préparé pour la Journée d'étude du Réseau d'Etude sur l'Enseignement Supérieur (RESUP)*, Université Paris X Nanterre, 7 mars 2003.

Moguéro Philippe (2003b), "Fostering the development of human resources for science and technology." *Conclusion from the rapporteur, CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche)-OECD workshop*, Sala della Protomoteca, Campidoglio, Rome, June 5-6.

Moguéro Philippe (2003c), « Les spécificités des études doctorales et de l'insertion des docteurs en LSHS : une brève note. » *Journée d'étude Droit d'entrée*, 29 novembre, Sorbonne, Paris.

Moguéro Philippe (2003d), « La mobilité internationale temporaire des scientifiques français: modalités et conséquences. » in Euzéby C. et al. (eds.), *Mondialisation et régulation sociale*. L'Harmattan, Paris, pp. 557-574.

Moguéro Philippe (2004a), "Report from the CNR-OECD Conference 'Fostering the Development of Human Resources in S&T', Rome 5-6 June 2003. Conclusion from the rapporteur." to be published by OECD/CNR in a special volume.

Moguéro Philippe (2004b), "A Double Gender-Family Inequality Phenomenon in the International Mobility of Young Researchers." *ESRM2004*, Early State Researcher Mobility

in Europe, A joint conference by MCFA, Euroscience, Eurodoc and PI-Net, Lisbon, 25-27 février.

Moguérou Philippe, Murdoch Jake et Paul Jean-Jacques (2003), « Les déterminants de l'abandon en thèse et insertion professionnelle. » *Résultats thématiques de l'étude du Céreq sur la mobilité des jeunes docteurs*, Etude financée par le Ministère Délégué à la Recherche et aux Nouvelles Technologies, Céreq, mars.

Mokyr Joel (1990), *The Lever of Riches: Technological Creativity and Economic Progress*. Oxford University Press.

Montmarquette Claude, Mahseredjian Sophie and Houle Rachel (2001), "The Determinants of University Dropouts: A Bivariate Probability Model with Sample Selection." *Economics of Education Review* 20(5), October, pp. 475-484.

Morgan Robert P. P. and Strickland Donald E. (2001), "US University Research Contribution To Industry: Findings and Conjonctures." *Science and Public Policy* 28(2), April, pp. 113-122.

Morgan Mark, Burrelli John S. and Rapoport Alan I. (2000), *Modes of Financial Support in Graduate Education of Science and Engineering Doctorate Recipient*. Topical Report, Division of Science Resources Studies, National Science Foundation, Arlington, May.

Mountford Andrew (1997), "Can a Brain Drain Be Good for Growth in the Source Economy?" *Journal of Development Economics* 53(2), August, pp. 287-303.

Musselin Christine (1996), « Les marchés du travail universitaires, comme économie de la qualité. » *Revue Française de Sociologie* 37(2), pp. 189-207.

Musselin Christine (2001), *La longue marche des universités françaises*. Paris, Presses Universitaires de France.

Musselin Christine (2002a), "Diversity around the Profile of the "Good" Candidate within French and German Universities." *Tertiary Education and Management* 8 (3), pp. 243-258.

Musselin Christine (2002b), « Dynamiques de construction de l'offre : analyse comparée de la gestion des postes d'historiens et de mathématiciens en France, en Allemagne et aux Etats-Unis. » *Communication au colloque RESUP « L'enseignement supérieur en question »*, Bordeaux, 16-17 mai.

Musselin Christine et Mignot-Gerard Stéphanie (2002), "The Recent Evolution of French Universities." in Amaral A., Jones G.A. and Karseth B. (eds.), *Governing Higher Education: National Perspectives on Institutional Governance*. La Hague, Kluwer Academic Publishers, pp. 81-103.

Mustar Philippe (1997), "How French Academics Create Hi-Tech Companies: the Conditions for Success or Failure." *Science and Public Policy* 24(1), February

Muth John F. (1961), "Rational Expectations and the Theory of Price Movements." *Econometrica* 29(3). July, pp. 315-335.

Muysken Joan and Bas ter Weel (1999), "Overeducation, Job Competition and Unemployment." *Paper presented to the EALE Annual Conference*, Ragensburg, 23-26 September.

Myers David G. (2000), "The Funds, Friends and Faith of Happy People." *American Psychologist* 55(1), pp. 56-67.

National Academy of Science (1995), *Reshaping the Graduate Education of Scientists and Engineers*. The Committee on Science, Engineering and Public Policy, National Academy Press, Washington, DC 1995.

National Research Council (1998), *Trends in the Early Careers of Life Scientists*. Committee on Dimensions, Causes, and Implications of Recent Trends in the Careers of Life Scientists. Board on Biology, Commission on Life Sciences, Office of Scientific and Engineering Personnel, National Academy Press (<http://books.napp.edu/html/trends>).

National Science Board (1998), *Science & Engineering Indicators 1998*. National Science Foundation, Arlington VA.

National Science Board (2000), *Science & Engineering Indicators 2000*. National Science Foundation, Arlington, VA, 478 p.

National Science Board (2002), *Science & Engineering Indicators 2002*. National Science Foundation, Arlington VA.

Nauze-Fichet Emmanuelle et Magda Tomasini (2002), « Diplôme et insertion sur le marché du travail : approches socioprofessionnelle et salariale du déclassement. » *Economie et Statistique* 354, mars.

Nelson Richard R. and Winter Sidney G. (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Harvard University Press, Cambridge MA.

Nelson Richard R, Peck Merton J. and Kalachek Edward D. (1967), *Technology, Economic Growth, and Public Policy*. Brookings Institution, Washington DC.

Nelson Richard R. (1959), "The Simple Economics of Basic Scientific Research." *Journal of Political Economy* 67(3), June, pp. 297-306.

Nelson Richard R. (1993), *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford University Press, New York.

Nelson Richard R. (1994), "What has been the Matter with Neoclassical Growth Theory." in Silverberg Gerald and Soete Luc (eds.), *The Economics of Growth and Technical Change*. Edward Elgar, pp.290-324.

Nelson Richard R. (1995), "Recent Evolutionary Theorizing About Economic Change." *Journal of Economic Literature* 33(1), March, pp. 48-90.

Nerad Maresi and Cerny Joseph (1999), "Postdoctoral Patterns, Career Advancement, and Problems." *Science* 285(5433), Sepp. 3, pp. 1533-35.

- Nerlove Marc (1958), "Adaptive Expectations and Cobweb Phenomena." *Quarterly Journal of Economics* 72 (2), May, pp. 227-240.
- Neugart Michael et Schömann Klaus (2002, eds.), *Forecasting Labour Markets in OECD Countries, Measuring and Tackling Mismatches*. Edward Elgar, Cheltenham, UK.
- Neumark David and Postlewaite Andrew (1998), "Relative income concerns and the rise in married women's employment." *Journal of Public Economics* 70(1), October, pp. 157-183.
- Ng Yew-Kwang (1996), "Happiness Surveys: Some Comparability Issues and an Exploratory Survey Based on Just Perceivable Increments." *Social Indicators Research* 38, pp. 1-27
- Ng Yew-Kwang (1997), "A Case for Happiness, Cardinalism, and Interpersonal Comparability." *The Economic Journal* 107(445), November, pp. 1848-1858.
- Nicholson Sean and Souleles Nicholas S. (2001), "Physician Income Expectations and Specialty Choice." *NBER Working Paper* 8536, October.
- Noel Bernadette, Frenay Mariane, Parmentier Philippe et Romainville Marc (1998), *L'étudiant-apprenant : grille de lecture pour l'enseignement universitaires*. De boeck université, coll. Perspectives en education, Bruxelles, 194 p.
- Nohara Hiroatsu, Verdier Eric (2001), "Sources of Resilience in the Computer and Software Industries in France." *Industry and innovation* 8(2), August, pp. 201-220.
- Nonaka, Ikujiro and Takeuchi, Hirotaka (1995), *The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. OUP, New York.
- Nordhaus William D. (1969), "An Economic Theory of Technological Change." *American Economic Review* 59(2), Papers and Proceedings, May, pp. 18-28.
- Nordhaus William D. (2001), "Productivity Growth and the New Economy." *NBER Working Paper* 8096, January.
- North David S. (1995b), *Soothing The Establishment. The Impact of Foreign-Born Scientists and Engineers on America*. University Press of America, Lanham.
- North Douglas C. (1995a), "Institutions and Economic Development." *Paper presented at the OECD (DSTI/Development Centre) Workshop on "Institutional Framework and Economic Development."* Paris, November.
- NSF (1969), *Science and Engineering Doctorate Supply and Utilization*. US Government Printing Office, Washington DC.
- NSF (2003), *Gender Differences in the Careers of Academic Scientists and Engineers: A Literature Review*. NSF 03-322, National Science Foundation, Division of Science Resources Statistics, Arlington VA, 24 p.
- OECD (1993), *Measuring Human Resources Devoted to Science and Technology*. OCDE, Paris.

OECD (1995), *Manual on the Measurement of Human Resources Devoted to S&T* (Camberra manual). OCDE, Paris.

OECD (1996a), *Employment and Growth in the Knowledge-Based Economy*. OCDE, Paris.

OECD (1996b), *OECD Employment Outlook 1996*. OCDE, Paris.

OECD (1999a), *Managing National Innovation Systems*. Paris, 112 p.

OECD (1999b), *Preparing Youth for the 21st Century: the Transition from Education to the Labour Market*. Proceedings of the Washington DC Conference, 23-24 February

OECD (2000a), *Knowledge Management in the Learning Economy*. Centre for Educational Research and Innovation, 257 p.

OECD (2000b), *Research and Development Expenditure in Industry 1977-98*. OCDE, Paris, 133 p.

OECD (2001a), *Innovative People: Mobility of Skilled Personnel in National Innovation Systems*. OCDE, Paris.

OECD (2001b), *Research and Development Expenditure in Industry 1987-99*. OCDE, Paris, 114 p.

OECD (2002), *International Mobility of the Highly Skilled*. OCDE, Paris.

OECD (2003), "Background Paper for the Rome Worksho on 'Fostering the Development of Human Resources for Science and Technology'." *Report initially submitted to the OECD Ad Hoc working group on the Steering and funding of research Institutions*, Rome, 5-6 June 2003.

OFCE (1993), *Cycles d'hier et d'aujourd'hui*. Observations et diagnostics économiques, Revue de l'OFCE (Observatoire Français des Conjonctures Economiques), numéro spécial, n° 45.

Offer Avner (2000), "Economic Welfare Measurements and Human Well-Being." *University of Oxford Discussion Papers in Economic and Social History* 34, March.

Office of Scientific and Engineering Personnel (1997), *The Path to the Ph.D.: Measuring Graduate Attrition in the Sciences and Humanities*. Ad Hoc Panel on Graduate Attrition Advisory Committee, Office of Scientific and Engineering Personnel, National Research Council, 90 pages.

O'Hara Kieron and Shadbolt Nigel (2001), *Managing Knowledge Capture: Economic, Technological and Methodological Considerations*. Technical Report, Department of Electronics & Computer Science, University of Southampton.

Orazem Peter F. and Mattila J. Peter (1991), "Human Capital, Uncertain Wage Distributions, and Occupational and Educational Choices." *International Economic Review* 32(1), February, pp. 103-122.

- OST (1998), *Science & Technologie indicateurs*. Observatoire des Sciences et des Techniques, Economica, Paris, 551 p.
- OST (2000a), *Science & Technologie indicateurs*. Observatoire des Sciences et des Techniques, Economica, Paris, 512 p.
- OST (2000b), *Les flux migratoires du personnel hautement qualifié au Québec*. Report presented to the Ministère de la Recherche, de la Science et de la Technologie, Montréal, vi-59 p.
- OST (2002), *Science & Technologie indicateurs*. Observatoire des Sciences et des Techniques, Economica, Paris, 467 p.
- Oswald Andrew E. (1997), "Happiness and Economic Performance." *The Economic Journal* 107(445), November, pp. 1815-1831.
- Ourisson Guy (2002), *Désaffection des étudiants pour les études scientifiques*. Ministère de l'Éducation et de la Recherche, mars, 24 p.
- Parente Stephen L. (2001), "The Failure of Endogenous Growth." *Knowledge, Technology & Policy* 13(4), Winter, pp. 49-58.
- Park Paula, Grimwade Alexander and Cohen Hal (2003), "Postdocs Pick Institutions that Build Community." *The Scientist* 17(3), Feb. 10, pp. 18-21.
- Parmes Herbert S. (1962), *Forecasting Educational Needs for Economic and Social Development*. OECD, Paris.
- Pashigian Peter B. (1970), "Rational Expectations and the Cobweb Theory." *The Journal of Political Economy* 78(2). March-April, pp. 338-352.
- Patel Pari and Pavitt Keith (2000), "National Systems of Innovation Under Strain: The Internationalisation of Corporate R&D". in Barrell R., Mason G. and O'Mahony M. (eds.), *Productivity, Innovation and Economic Performance*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 217-235.
- Paul Jean-Jacques (2002, éd.), *Quelle formation pour les docteurs face aux évolutions du marché du travail*. Actes du colloque MSU/Irédu, 28-29 mars, Dijon, France.
- Paul Jean-Jacques (2003), "Do European Universities prepare enough graduates to face the objective of increasing R&D activities?" *Presentation given at the European Conference "The Career of a researcher in the European Research Area"*, Badia Fiesolana-European University Institute, Florence, July 16-18.
- Paul Jean-Jacques et Perret Cathy (1997), « Les docteurs de l'université et les entreprises. Liens et insertion. » *Les Notes de l'Irédu* 97/6, décembre, 4 p.
- Paul Jean-Jacques et Perret Cathy (1997), *Caractéristiques des équipes de recherche et insertion professionnelle des docteurs scientifiques*. Rapport préparé pour la DGRT, Irédu/Céreq, Dijon, décembre, 124 p.

Paul Jean-Jacques, Perret Cathy, Martinelli Daniel (1998), « Emploi public, emploi privé : la difficile conversion des titulaires de thèse. » *Bref Céreq* 46, octobre, 4 p.

Pavitt Keith, Robson Michael and Townsend Joe (1987), "The Size Distribution of Innovating Firms in the UK: 1945-1983." *Journal of Industrial Economics* 35, pp. 291-316.

Pavitt Keith (1991), "What Makes Basic Research Economically Useful?" *Research Policy* 20(2), pp. 109-119.

Pavitt Keith (1998), "The Social Shaping of the National Science Base." *Research Policy* 27(8), December, pp. 793-805.

Pavitt Keith (1999), *Technology, Management and Systems of Innovation*. Edward Elgar, 250 p.

Pavitt Keith (2000a), "Why European Union funding of academic research should be increased: a radical proposal." *Science and Public Policy* 27 (6), December, pp. 455-460.

Pavitt Keith (2000b), "Public Policies to Support Basic Research: What Can the Rest of the World Learn from US Theory and Practice? (And what they should not learn)." *SPRU Electronic Working Paper*, SEWP 53, University of Sussex, October.

Pavitt Keith (2002), "Knowledge about Knowledge since Nelson & Winter: A Mixed Record." *SPRU Electronic Working Paper*, SEWP 83, University of Sussex, June.

Payson Steven and Jankowski John (2000), "Sixth Year of Unprecedented R&D Growth Expected in 2000." *Data Brief*, NSF 01-310, November.

Pearson Judson B., Barker Gordon H. and Elliott Rodney D. (1957), "Sales Success and Job Satisfaction." *American Sociological Review* 22(4), August, pp. 424-427.

Pearson R., N. Jagger, H. Connor, S. Perryman, PP. Marey, A. de Grip, F. Cörvers (2001), *Assessing the Supply and Demand for Scientists and Technologists in Europe*. IES Report 377, Institute for Employment Studies, 215 p.

Perret Cathy (1998a), "Fondements et limites d'une politique publique incitative de financement des thésards par les entreprises." *XVIIIe Journées de l'AES*, Association d'Economie Sociale, Marseille, septembre.

Perret Cathy (1998b), "Doctoral Graduates in Higher Education: Training and Careers in France." *International Symposium "The institutional basis of higher education research: experiences and perspective"*, Kassel, 1-2 September 1998, 6 p.

Perret Cathy (2000), *L'accès aux emplois en entreprise des docteurs scientifiques*. Thèse de Doctorat de Sciences Economiques, Université de Bourgogne, Dijon, 337 p.

Perret Cathy (2002), « Financement de la formation doctorale par les entreprises : quels effets sur l'accès aux emplois industriels des jeunes scientifiques ? » *Communication aux journées du GDR Rappé*, Lest, Aix-en-Provence, 21-22 novembre 2002, 31p.

Phelps Edmund S. (1966), "Models of Technical Progress and the Golden Rule of Research." *Review of Economic Studies* 33(2), April, pp. 133-145.

Pigou Arthur Cecil (1920), *The Economics of Welfare*, Macmillan, London.

PLF (2002), *Projet de loi de finances pour 2002 : Etat de la recherche et du développement technologique*. Documents budgétaires (les jaunes).

Poirier Dale J. (1980), "Partial Observability in Bivariate Probit Models." *Journal of Econometrics* 12, February, pp. 210-217.

Polachek Solomon W. (1981), "Occupational Self-selection: A Human Capital Approach to Sex Differences in Occupational Structure." *Review of Economics and Statistics* 63(1), February, pp. 60-69.

Polanyi Michael (1941), "The Growth of Thought in Society." *Economica* 8(32), November, pp. 428-456.

Polanyi Michael (1964), *Personal Knowledge: Towards a Post Critical Philosophy*. Harper & Row, New York.

Polanyi Michael (1966), *The Tacit Dimension*. Doubleday & Co., Garden City, New York.

Pollack-Johnson Bruce, Dean Burton V., Reisman Arnold and Michenzi Alfret R. (1990), "Predicting Doctorate Production in the USA: Some Lessons for long-run forecasters." *International Journal of Forecasting* 6, pp. 39-52.

Porchet Maurice (2002), *Les jeunes et les études scientifiques. Les raisons de la « désaffection ». Un plan d'action*. Rapport à l'attention du Ministre de l'Education nationale, 92 p.

Porchet Maurice (2003), *Attrait et qualité des études scientifiques universitaires*. Rapport à l'intention de Monsieur le Ministre de la Jeunesse, de l'éducation nationale et de la recherche, 36 p.

Porter Michael E. and Stern Scott (2000), "Measuring the "Ideas" Production Function: Evidence from International Patent Output." *NBER Working Paper* 7891, September, 46 p.

Pressey Sidney L. (1962), "Age and the Doctorate. Then and Now: With Some Possibly Radical Suggestions." *Journal of Higher Education* 33(3), March, pp. 153-160.

Rabin Matthew (1998), "Psychology and Economics." *Journal of Economic Literature* 36(1), March, pp. 11-46.

Recotillet Isabelle (2002). « La place des stages post-doctorats dans les débuts de carrières des diplômés de thèse. » *Papier présenté aux Journées de l'AFSE*, 16 et 17 mai, Lyon.

Recotillet Isabelle (2003), « Disponibilité et caractéristiques des enquêtes sur la destination professionnelle des titulaires de doctorats dans les pays de l'OCDE. » *Document de travail STI 2003/9*, Direction de la Science, de la technologie et de l'industrie, OCDE, Paris, 82 p.

Recotillet Isabelle (2004). "Earnings of Young Doctorates in Private Jobs after Participation to Post-Doctoral Programs." *Document de travail du LEST*, 20 p.

Redding Stephen (1996), "The Low-Skill, Low-Quality Trap: Strategic Complementarities between Human Capital and R&D." *Economic Journal* 106(435), March, pp. 458-470.

Regets Mark C. (1998), "Has the Use of Postdocs Changed?" *Issue Brief* 99-310, Division of Science Resources Studies, National Science Foundation.

Reinganum Jennifer (1989), "The Timing of Innovation: Research, Development and Diffusion." in Schmalensee R. and Willig R. (eds.), *Handbook of Industrial Organization*. North Holland, Amsterdam, pp. 849-908.

Reskin Barbara F. (1976), "Sex Differences in Status Attainment in Science: The Case of the Postdoctoral Fellowship." *American Sociological Review* 41(4), August, pp. 597-612.

Reskin Barbara F. (1977), "Scientific Productivity and the Reward Structure of Science." *American Sociological Review* 42(3), June, pp. 491-504.

Rettig Salomon, Jacobson Frank N. and Pasamanick Benjamin (1958), "Status Overestimation, Objective Status, and Job Satisfaction Among Professions." *American Sociological Review* 23(1), February, pp. 75-81.

Robin Stéphane (2002a), *Trajectoires professionnelles des docteurs en sciences de la vie : carrières, irréversibilités, compétences*. Thèse pour l'obtention du titre de docteur en sciences-économiques, UPMF Grenoble II, Grenoble, 340 p.

Robin Stéphane (2002b), « Insertion des docteurs en sciences de la vie en France : secteur académique et secteur privé. » *Papier présenté lors des 10^e Journées d'études Céreq-Lasmas « Les données longitudinales dans l'analyse du marché du travail »*, Caen, 21-23 mai, 10 p.

Romer Paul M. (1986), "Increasing Returns and Long-run Growth." *Journal of Political Economy* 94(5), October, pp. 1002-37.

Romer Paul M. (1990), "Endogenous Technological Change." *Journal of Political Economy* 98(5), Part 2, October, pp. S71-102.

Romer Paul M. (2000), "Should the Government Subsidize Supply or Demand in the Market for Scientists and Engineers?" *NBER Working Paper* 7723, June, 49 p.

Rosenberg Nathan (1982), *Inside the Black Box: Technology and Economics*. Cambridge University Press, Cambridge.

Rosenberg Nathan (1990), "Why Do Firms Do Basic Research (With Their Own Money)?" *Research Policy* 19(2), pp. 165-174.

Rosenberg Nathan (1994), *Exploring the Black Box: Technology, Economics and History*. Cambridge University Press.

Rosenstein-Rodan PP. N. (1943), "Problems of Industrialisation of Eastern and South-Eastern Europe (in Post-War Problems)." *The Economic Journal* 53(210/211), June-September, pp. 202-211.

Ross Finnie (2001, ed.), *The Brain Drain: Myth and Reality: What It Is and What Should be Done*. IRPP Choices, Institute for Research on Public Policy, November.

- Roy Donald F. (1953), "Work Satisfaction and Social Reward in Quota Achievement: An Analysis of Placework Incentive." *American Sociological Review* 18(5), October, pp. 507-514.
- Ryan Paul (2001), "The School-to-Work Transition: A Cross-National Perspective." *Journal of Economic Literature* 39(1), March, pp. 34-92
- Salant Stephen W. (1984), "Preemptive Patenting and the Persistence of Monopoly: Comment." *American Economic Review* 74(1). March, pp. 247-250.
- Salter Ammon J. et Martin Ben R. (1999), "The Economic Benefits of Publicly Funded Basic Research: A Critical Review." *SPRU Electronic Working Paper* 34, University of Sussex, avril, 37 p.
- Salvadori Neri (2003, ed.), *Old and New Growth Theories: An Assessment*. Edward Elgar, 384 p.
- Sanz de Galdeano Anna (2000), "Gender Differences in Job Satisfaction and Labour Market Participation: UK Evidence from Propensity Score Estimates." *EUI Working Paper*, Florence.
- Saxenian Anna Lee (1999), *Silicon Valley's New Immigrants Entrepreneurs*, Public Policy Institute of California, San Fransisco, CA.
- Scherer Frederick M. (1984), "Using Linked Patent and R&D Data to Measure Interindustry Technology Flows." in Griliches Zvi (ed.), *R&D, Patents and Productivity*. University of Chicago Press.
- Scherer Frederick M. (1991), "Changing Perspectives on the Firm Size Problem." in Acs Zoltan J. et Audretsch David B. (1991, ed.), *Innovation and Technological Change: An International Comparison*. Harvester Wheatsheaf, New York.
- Scherer Frederick M. (1965), "Size of Firm, Oligopoly, and Research: A Comment." *Canadian Journal of Economics and Political Science* 31, pp. 256-266.
- Schlee Edward E. (2001), "The Value of Information in Efficient Risk-Sharing Arrangements." *American Economic Review* 91, pp. 509-524.
- Schmidt Peter et Strauss Robert P. P. (1975), "The Prediction of Occupational Using Multi-Logit Models." *International Economic Review* 16(2), June, pp. 471-486.
- Schmookler Jacob (1952), "The Changing Efficiency of the American Economy." *Review of Economics and Statistics* 34(3), August, pp. 214-231.
- Schneider Alison (2000), "Seeking an End to 'Postdoc Hell'." *The Chronicle of Higher Education* 47(3), Sep 22.
- Schuetze Hans G. (1998), "How Do Small Firms Innovate? A Study of Innovation SMEs in British Columbia." in de la Mothe John and Paquet Gilles (eds.), *Local and Regional Systems of Innovation*, Kluwer Academic Publishers, Boston, pp. 191-209.
- Schultz Theodore W. (1953), *The Economic Organization of Agriculture*, McGraw Hill, New York.

Schultz Theodore W. (1961), "Investment in Human Capital." *American Economic Review* 51(1), March, pp. 1-17.

Schumpeter Joseph A. (1943), "Capitalism in the Postwar World" in Harris S.E. (ed.), *Postwar Economic Problems*. McGraw-Hill, New York, pp. 113-126.

Schumpeter Joseph A. (1947), "The Creative Response in Economic History." *The Journal of Economic History* 7(2), Novembre, pp. 149-159.

Schumpeter Joseph A. (1949), "Economic Theory and Entrepreneurial History" in *Change and the Entrepreneur*. Research Center in Entrepreneurial History, Harvard University, Harvard University Press, Cambridge MA, pp. 63-84.

Science and Technology Comitee (2002), *Short-term Research Contracts in Science and Engineering*. Eight Report of Session 2001-02, Hous of Commons, HC 1046, 45 p.

Scitovsky Tibor (1992), *The Joyless Economy*. Oxford University Press, New York.

Scott Frank A. et Anstine Jeffrey D. (1997), "Market Structure in the Production of Economics Ph.D.'s." *Southern Economic Journal* 64(1), July, pp. 307-320.

Segerstrom Paul S. (1998), "Endogenous Growth without Scale Effects." *American Economic Review* 88(5), December, pp. 1290-1310.

Sengupta Jati K. (1998), *New Growth Theory: An Applied Perspective*, Edward Elgar, Cheltenham, U.K. and Northampton, MA, 233 p.

Senker Jacqueline (1999, ed.), *European Comparison of Public Research Systems (EUPSR)*, Final Report. TSER Project No. SOE1-CT96-1036. Changing Structure, Organisation and Nature of European PSR.

Serfati Claude (2001), "The Adaptability of the French Armaments Industry in the Era of Globalization." *Industry and Innovation* 8(2), August, pp. 221-239

Seznec Erwan and Martin-Rovet Dominique (2001), *Etat des lieux 2000 sur la présence des français en science et ingénierie aux Etats-Unis. Les cerveaux, fous d'Amérique ? Pas vraiment...* Bureau du CNRS à Washington, Washington, May.

Seznec Erwan and Martin-Rovet Dominique (2002), *Du 'brain drain' au 'back drain'. Le long chemin des biologistes français présents aux Etats-Unis*. Bureau du CNRS à Washington, Washington, May.

Shannon Claude E. (1948), "A Mathematical Theory of Communication." *Bell System Technical Journal* 27, pp. 379-423 and 623-656, July and October.

Shapiro Douglas T. (2001), "Modeling Supply and Demand for Arts and Sciences Faculty." *The Journal of Higher Education* 72(5). pp. 532-565.

Shauman Kimberlee A. and Xie Yu (1996), "Geographic Mobility of Scientists: Sex Differences and Family Constraints." *Demography* 33(4), November, pp. 455-468.

- Shell Karl (1966), "Toward a Theory of Inventive Activity and Capital Accumulation." *American Economic Review Papers and Proceedings* 56(1/2), March, pp. 62-68.
- Shell Karl (1967), "A Model of Inventive Activity and Capital Accumulation." in Shell K. (ed.), *Essays on the Theory of Optimal Economic Growth*. MIT Press, Cambridge MA
- Siegfried John J. et Stock Wendy A. (1999), "The Labor Market for New Ph.D. Economists." *Journal of Economic Perspectives* 13(3), Summer, pp. 115-134.
- Silverberg Gerald et Soete Luc (1994, ed.), *The Economics of Growth and Technical Change*. Edward Elgar, 340 p.
- Simon Commander, Mari Kangasniemi and L. Alan Winters (2002), "The Brain Drain: Curse or Boon? A Survey of the Literature¹." *Paper presented to the CEPR/NBER/SNS International Seminar on International Trade*, Stockholm, 24-25 May.
- Siow Aloysius (1984), "Occupational Choice under Uncertainty." *Econometrica* 52(3), May, pp. 631-646.
- Siow Aloysius (1995), "The Organization of the Market for Professors." *Working Paper UT-ECIPA-SIOW 95-01*, Department of Economics, University of Toronto, May, 58 p.
- SIPRI (2000), *SIPRI Yearbook 2000: Armaments, Disarmaments and International Security*. Stockholm International Peace Research Institute, Oxford University Press.
- Sloane Peter J. and Williams H. (1996), "Are 'Overpaid' Workers really unhappy? A Test of the Theory of Cognitive Dissonance." *Labour* 10(1), pp. 3-15
- Sloane P J. and Williams H. (2000), "Job Satisfaction, Comparison Earnings and Gender." *Labour* 14(3), pp. 473-501
- Sloane Peter J. and Ward Melanie E. (1999), "Job Satisfaction within the Scottish Academic Profession." *IZA Discussion Paper* 38, April, 37 p.
- Sloane Peter J. and Ward Melanie E. (2001), "Cohort Effects and Job Satisfaction of Academics." *Applied Economic Letters* 8(12), December, pp. 787-91.
- Smith Herbert L. (1986), "Overeducation and Underemployment: An Agnostic Review." *Sociology of Education* 59(2), April, pp. 85-99.
- Smith Herbert L. and Powell Brian (1990), "Great expectations: variations in income expectations among college seniors." *Sociology of Education* 63(3), pp. 194-207.
- Smith Jeremy PP. et Naylor Robin A. (2001), "Dropping Out of University: A Statistical Analysis of the Probability of Withdrawal for UK University Students." *Journal of the Royal Statistical Society* 164(2), Series A, pp. 389-405.
- Smith Keith (2001), « Human Resources, Mobility and the Systems Approach to Innovation." in OECD, *Innovative People: mobility of skilled personnel in national innovation systems*. OCDE, Paris, pp. 7-12.

Smith Steven J., Pedersen-Gallegos Liane et Riegle-Crumb Catherine (2001), "The Training, Careers, and Work of Ph.D. Physical Scientists: Not Simply Academic." *Center to Advance Research and Teaching in the Social Sciences*, University of Colorado (à paraître dans le volume 2002 de l'*American Journal of Physics* 70(11), pp. 1081-1092).

Solow Robert M. (1956). "A Contribution to the Theory of Economic Growth." *Quarterly Journal of Economics* 70, pp. 65-94.

Solow Robert M. (1994), "Perspectives on Growth Theory." *Journal of Economic Perspectives* 8(1), Winter, pp. 45-54.

Sorcinelli Mary Dean and Near Janet PP. (1989). "Relations between work and life away from work among university faculty." *Journal of Higher Education* 60 (1), pp. 59-81.

Soulié Charles (1996), « Précarité dans l'enseignement supérieur : allocataires et moniteurs dans l'enseignement supérieur. » *Actes de la Recherche en Sciences Sociales*, 115, pp. 58-64.

Sousa-Poza Alfonzo et Sousa-Poza Andres A. (2000b), "Taking Another Look at the Gender/Job-Satisfaction Paradox." *Kyklos* 53(2), pp. 135-152.

Sousa-Poza Alfonzo et Sousa-Poza Andres A. (2000a), "Well-being at Work: a Cross-National Analysis of the Levels and Determinants of Job Satisfaction." *Journal of Socio-Economics* 29(6), pp. 517-38.

Spector Paul E. (1997), *Job Satisfaction: Application, Assessment, Causes, and Consequences*. Sage Publications, 160 p.

Speroff B. J. (1955), "Job Satisfaction and Interpersonal Desirability Values." *Sociometry* 18(1), February, pp. 69-72.

Steedman Ian (2002), "On 'Measuring' Knowledge in New (Endogenous) Growth Theory." in in Salvadori (ed.), *Old and New Growth Theories: An Assessment*. Edward Elgar, à venir.

Stephan Paula E. (1996), "The Economics of Science." *Journal of Economic Literature* 34(3), September, pp. 1188-1235.

Stephan Paula E (1999), "Using Human Resource Data to Illuminate Innovation and Research Utilization." *Issues paper prepared for the workshop on Using Human Resources to Assess Research Utilization and Innovation*, Board on Science, Technology and Economic Policy, National Research Council.

Stephan Paula E. and Levin Sharon G. (1997), "The Critical Importance of careers in Collaborative Scientific Research." *Revue d'Economie Industrielle* 79(1), pp. 45-61.

Stephan Paula E., Levin Sharon G. (2001), "Exceptional contributions to US science by the foreign-born and foreign-educated." *Population Research and Policy Review* 20(1-2), pp. 59-79.

Stephan Paula E., Black Grant C., Adams James D., Levin Sharon G. (2001), "Doctoral Education of Temporary Residents in the United States. Recent Evidence." *Working Paper*, December.

Stephan Paula E., Sumell Albert J., Black Grant C., Admas James D. (2004), "Doctoral Education and Economic Development: The Flow of New *Ph.D.s* to Industry." *Economic Development Quarterly* 18(2), pp. 151-167.

Stern Scott (1999), "Do Scientists Pay to be Scientists?" *NBER Working Paper* 7410, October.

Stewart Mark B. and Joanna K. Swaffield (1999), "Low Pay Dynamics and Transition Probabilities." *Economica* 66, pp. 23-42

Stock Wendy A. and John J. Siegfried. 2001. "So You Want to Earn a Ph.D. in Economics: How Much Do You Think You'll Make?" *Economic Inquiry* 39, No. 2, April, pp. 320-335.

Stokey Nancy L. (1991), "Human Capital, Product Quality, and Growth." *Quarterly Journal of Economics* 106(2), May, pp. 587-616.

Stokey Nancy L. (1995), "R&D and Economic Growth." *Review of Economic Studies* 62(3), July, pp. 469-489.

²Stoneman Paul (1995, ed.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technical Change*. Balckwell, London.

Strandh Mattias (2000), "Different Exit Routes from Unemployment and Their Impact on Mental Well-Being: The Role of the Economic Situation and the Predictability of the Life Course." *Work, Employment and Society* 14, pp. 459-479.

Straubhaar Thomas (2000), "International Mobility of the Highly Skilled: Brain Gain, Brain Drain or Brain Exchange." *HWWA Discussion Paper* 88, 2000

Swan Trevor (1956), "Economic Growth and Capital Accumulation." *Economic Record* 32, November, pp. 334-361.

Tassey Gregory (1999), *R&D Trends in the US Economy: Strategies and Policy Implications*. National Institute of Standards and Technology, Planning Report 99-2, 62 p.

Terouanne Damien (1997), *Présence française en science et ingénierie aux Etats-Unis. Cerveaux en fuite ou en voyage ?* Bureau du CNRS à Washington, Novembre, 58 p.

Theodossiou Ioannis (1998), "The effects of low-pay and unemployment on psychological wellbeing: a logistic regression approach." *Journal of Health Economics* 17, pp. 85-104.

Tidd Joe, Bessant John, Pavitt Keith (1997), *Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change*. John Wiley & Sons, 390 p.

Timbergen Jan (1942), « Zur Theorie der langfristigen Wirtschaftsentwicklung, Weltwirtschaftliches Archiv, Band 55, n° 1, 1942, pp. 511-549. Traduit dans Leo H. Klaassen, Leendert M. Koyck, et Hendrikus J. Witteveen (1959 ed.), *Jan Timbergen. Selected Papers*, sous le titre "On the Theory of Trend Movements.", pp. 182-221.

Tinto Vincent. (1982), "Limits of Theory and Practice in Student Attrition." *Journal of Higher Education* 53(6), November-December, pp. 687-700.

- Tinto Vincent. (1988), "Stages of Student Departure: Reflections on the Longitudinal Character of Student Leaving." *Journal of Higher Education* 59(4), July-August pp. 438-455.
- Tinto Vincent. (1993), "Toward a Theory of Doctoral Persistence." In Tinto Vincent (ed.), *Leaving College*. University of Chicago Press, Chicago IL, pp. 230-243.
- Tirole Jean (1990), *The Theory of Industrial Organization*. MIT Press, Cambridge MA.
- Topel Robert H. et Ward Michael PP. (1992), "Job Mobility and the Careers of Young Men." *Quarterly Journal of Economics* 57(2), pp. 439-480.
- Tsang M., Rumbereger R. and Levin H. 1991), "The Impact of Surplus Schooling on Work Productivity." *Industrial Relations* 30, pp. 209-28.
- Tsapogas John (2001), "Retention of the Best Minority Graduates in Science And Engineering." *Making Strides Newsletter* 3(1), January.
- Todo Yasuyuki and Miyamoto Koji (2001), "The Revival of Scale Effects." *Working Paper, Tokyo Metropolitan University, Faculty of Economics*, 37 p.
- Uzawa Hirofumi (1965), "Optimal Technical Change in an Aggregative Model of Economic Growth." *International Economic Review* 6(1), January, pp. 18-31.
- Van Reenen John (1997), "Employment and Technological Innovation: Evidence from U.K. Manufacturing Firms." *Journal of Labor Economics* 15(2), April, pp. 255-284.
- Vavakova Blanka (1998), "The new social contract between governments, universities and society: has the olde one failed ?" *Minverva* 36(3), Autumn, pp. 209-228
- Verdier Eric et Plassard Jean-Michel (2002), "Towards an Occupational Labor Market at Ph.D. level: a network of Innovation Communities ?", *Paper for SASE 14th Annual Meeting on Socio-Economics* (Network: Labor Markets, Education and Human Resources), University of Minnesota, Minneapolis, USA, June 27-30.
- Vergnies Jean-Frédéric (1997), *Diplômés de l'enseignement supérieur. Insertion des étudiants sortis en 1992*. Document Céreq 112, série Observatoire, Céreq, janvier, 89 p.
- Vergnies Jean-Frédéric et Sigot Jean-Claude (1998), *L'insertion professionnelle des diplômés de l'enseignement supérieur. Enquête 1997 auprès des sortants de 1994*. Document Céreq 137, série Observatoire, Céreq, novembre, 113 p.
- Vidal Jean-Pierre (1998), "The Effect of Emigration on Human Capital Formation." *Journal of Population Economics* 11(4), December, pp. 589-600.
- Villard Henry H. (1958), "Competition, Oligopoly, and Research." *The Journal of Political Economy* 66(6), December, pp. 483-497.
- Vinding Anker Lund (2001a), "Absorptive Capacity and Innovative Performance: A Human Capital Approach." *DRUID Winter Conference*, Copenhagen, 11-13 janvier.
- Vinding Anker Lund (2001b), "Human Resources, Absorptive Capacity and Innovative Performance." *Working Paper, Aalboorg University, Department of Business Studies*. 24 p.

Von Foerster Heinz, Mora Patricia and Amiot Lawrence (1960), "Doomsday: Friday, 13 November, A.D. 2026." *Science* IV, pp. 1291-1295.

Von Weizsacker C. C. (1966), "Tentative Notes on a Two Sector Model with Induced Technical Progress." *The Review of Economic Studies* 33(3), July, pp. 245-251.

Ward Melanie (1999), "Your Everyday, Average Academic." *IZA Discussion Paper* 63, October.

Washington Bell James et al. (1959), "Round Table Conference on the Market for Economists: Demand and Supply Aspects." *American Economic Review* 49(2), Papers and Proceedings of the Seventy-first Annual Meeting of the American Economic Association. May, pp. 581-593.

Webbink Dinand et Hartog Joop (2000), "Can Students Predict Their Starting Salary? Yes!." *Scholar Working Paper* 10/00, Amsterdam.

Weinstein Eric (2000), "How and Why Government, Universities, and Industry Create Domestic Labor Shortages of Scientists and High-Tech Workers." Working Draft.

Williams Ed (1996), "Manpower Forecasting and Modelling Replacement Demand: An Overview." *ROA-W-1996/4E*, Research Centre for Education and the Labour Market, Maastricht University.

Willis Robert J. and Rosen Sherwin (1979), "Education and Self-Selection." *Journal of Political Economy* 87(5), Part 2: Education and Income Distribution, October, pp. S7-S36.

Winter Sidney G. (1987), "Knowledge and Competence as Strategic Assets." in D.J. Teece (ed.), *The Competitive Challenge: Strategies for Industrial Innovation and Renewal*. Ballinger, Cambridge.

WIR (2003), *Women in Industrial Research: A wake up call for European industry*. A report to the European Commission for the High Level Expert Group on Women in Industrial Research for strategic analysis of specific science and technology policy issues (STRTA), European Commission, Directorate-General for Research.

Wolter Stefan C. (2000), "Wage Expectations: A Comparison of Swiss and US Students." *Kyklos* 53(1), pp. 51-69.

Wolter Stefan C. et Zbinden André (2002), "Labour Market Expectations of Swiss University Students." *Papier présenté lors des 19èmes Journées de Micro-économie Appliquées*, Rennes et Saint-Malo, 6-7 juin.

Worrall Les and Cooper Cary L. (1998), "The Quality of Working Life." *Institute of Management Working Paper*, London.

Young Alwyn (1994), "Lessons from the East Asian NICs: A Contrarian View." *European Economic Review* 38(3-4), April, pp. 964-973.

Young Alwyn (1995), "The Tyranny of Numbers: Confronting the Statistical Realities of the East Asian Growth Experience." *Quarterly Journal of Economics* 110(3), August, pp. 641-680.

Young Alwyn (1998), "Growth without Scale Effects." *Journal of Political Economy* 106(1), February, pp. 41-63.

Young Allyn A. (1928), "Increasing Returns and Economic Progress." *Economic Journal* 38(152), December, pp. 527-542.

Yun Myeong-Su (2001), "Generalized Selection Bias and The Decomposition of Wage Differentials." *IZA Discussion Paper* No. 69, November.

Zarkin Gary A. (1983), "Cobweb versus Rational Expectations Models: Lessons from the Market for Public School Teachers." *Economics Letters* 13, pp. 87-95.

Zarkin Gary A. (1985), "Occupational Choice: An Application to the Market for Public School Teachers." *Quarterly Journal of Economics* 100, pp. 409-446.

Zhao John, Doug Drew and Scott Murray T. (2000), "Brain drain and brain gain: The migration of knowledge workers from and to Canada." *Education Quarterly Review* 6(3), Spring.

Ziman John M. (1987), *An Introduction to Science Studies: The Philosophical and Social Aspects of Science and Technology*. Cambridge University Press, 203 p.

Zinberg Dorothy S. (1976), "Education through Science: The Early Stages of Career Development in Chemistry." *Social Studies of Science* 6(2), May, pp. 215-246.

Zucker Lynne G., Darby Michael R. and Brewer Marilynn (1994), "Intellectual Capital and the Birth of U.S. Biotechnology Entreprises." *NBER Working Paper* 4653, février

Zucker Lynne G., Darby Michael R. and Torero Maximo (1997), "Labor Mobility from Academie to Commerce." *NBER Working Paper*, No. 6050, May.

Zuckerman Harriet, Cole Jonathan R. and Bruer John T. (1992, eds.), *The Outer Circle: Women in the Scientific Community*. Yale University Press, New Haven.

Glossaire des abbréviations

ANRT : Association nationale de la recherche technique.

ANVAR : Agence nationale de valorisation de la recherche.

BRGM : Bureau de recherches géologiques et minières.

CEA : Commissariat à l'énergie atomique.

CEMAGREF : Centre national du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et des forêts.

CIFRE : convention industrielle de formation par la recherche.

CIRAD : Centre de coopération international en recherche agronomique.

CNES : Centre national d'études spatiales.

CNRS : Centre national de la recherche scientifique.

DIRD : dépense intérieure de recherche et développement.

DNRD : dépense nationale de recherche et développement.

EHEA : *European Higher Education Area*.

EPIC : établissements publics à caractère industriel et commercial.

EPST : établissements publics à caractère scientifique et technologique.

ERA : *European Research Area*.

FBCF : formation brute de capital fixe.

IFREMER : Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer.

INED : Institut national d'études démographiques.

INRA : Institut national de la recherche agronomique.

INRETS : Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité.

INRIA : Institut national de recherche en informatique et en automatique.

INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques.

INSERM : Institut national de la santé et de la recherche médicale.

IRD : Institut de recherche pour le développement.

ISI : *Institute of Scientific Information*.

LCPC : Laboratoire central des ponts et chaussées

MENRT : Ministère de l'Education Nationale, de la Recherche et de la Technologie (voir MENESR)

MENSER : Ministère de l'Education Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche.

NSF : *National Science Foundation* (USA).

OCDE : Organisation de coopération et de développement économique.

OFCE : Observatoire français des conjonctures économiques.

OPR : organismes principaux de recherche.

PIB : produit intérieur brut.

PLF : projet de loi de finances.

PPA : parité de pouvoir d'achat.

R&D : recherche et développement.

S&E : *science and engineering* (sciences et sciences pour l'ingénieur).

S&T : science et technologie.

SCI : *Science Citation Index*.

SSCI : *Social Science Citation Index*.

UE : Union Européenne.

UMR : Unité Mixte de Recherche du CNRS.

UPR : Unité Propre de Recherche du CNRS.

URA : Unité de Recherche Associée au CNRS.

Table des matières

Introduction	8
Chapitre 1 Les spécificités du marché du travail scientifique : les interactions entre l'offre et la demande à l'origine de la dynamique cyclique	16
Section I. Les processus de production des scientifiques	17
1.1. Une longue tradition de travaux économiques de prévisions des besoins en main-d'œuvre scientifique : d'une théorisation « aisée »	18
1.1.1. Les premiers modèles d'équilibre offre-demande	18
1.1.2. La convergence vers l'équilibre « en toile d'araignée »	20
1.1.3. Hypothèse 1. Les anticipations de salaires	24
1.1.3.1. Les anticipations de salaires : myopes, adaptatives ou rationnelles ?	25
1.1.3.2. Implications de la forme des anticipations de salaires sur la nature des fluctuations cycliques du marché du travail scientifique	30
1.1.4. Hypothèse 2. L'immobilité professionnelle	32
1.2. ...à une évaluation empirique plus délicate	34
1.2.1. De perspectives nationales	34
1.2.1.1. Des tentatives de quantification de l'écart entre offre et demande de scientifiques et d'ingénieurs	34
1.2.1.2. ...à des évaluations empiriques du caractère cyclique du marché du travail scientifique	38
1.2.2. ...à des considérations de mobilité internationale	43
1.2.2.1. Quelques brèves considérations historiques et statistiques	45
1.2.2.2. Une illustration : les États-unis, pôle mondial d'attraction de la main-d'œuvre scientifique et technologique	48
Section II. Cyclicité du marché du travail des docteurs en France et aux États-Unis sur les deux dernières décennies : études de cas	58
2.1. Le marché du travail des docteurs aux États-Unis	58
2.1.1. L'offre : la production de docteurs sur longue période	59
2.1.2. Quels effets de la production des diplômés de doctorat sur les conditions du marché du travail scientifique ?	64
2.1.2.1. Les conditions du marché du travail des docteurs récemment diplômés	66
2.1.2.2. D'une mesure des effets disciplines sur les conditions objectives d'emploi, ceteris paribus	71
2.1.2.3. ...à une mesure des effets disciplines sur l'appréhension subjective des conditions d'emploi par les individus eux-mêmes, ceteris paribus	81
2.1.2.4. Une inversion de la problématique : quels effets des conditions du marché du travail sur le nombre futur de diplômés ?	88
2.1.3. Les transformations récentes du marché du travail académique	90
2.2. Cyclicité du marché du travail des docteurs en France	94
2.2.1. Quels effets de la disponibilité et du montant des financements de thèse sur la production de diplômés ?	100
2.2.2. Quels effets des conditions du marché du travail ?	109
2.2.2.1. L'état du marché du travail français dans les années 90 : entre dépression et reprise	110
2.2.2.2. Le marché du travail des docteurs : des conditions d'emploi parfois difficiles qui ont pu nuire à l'attractivité des études doctorales	112
2.2.3. Une mesure des effets disciplinaires sur les conditions d'emploi, toutes choses égales par ailleurs	119
Conclusion	123

Chapitre 2 Transitions sur le marché du travail scientifique français : quelles transformations actuelles des carrières des jeunes scientifiques ? _____ 125

Section I. Des conditions de réalisation de thèse variées à impact potentiellement différencié sur l'insertion 128

1.1. Présentation de la base de données Irédu (2001)	129
1.1.1. Quelques caractéristiques de l'échantillon	131
1.1.2. Universités et laboratoires d'accueil	135
1.1.3. Les conditions de réalisation de la thèse	137
1.2. Taux d'abandon et durée de la thèse	140
1.2.1. Une revue sélective de la littérature : quelques résultats théoriques et empiriques	141
1.2.2. Taux d'abandon et la durée des thèses en France : des différences institutionnelles ou individuelles ?	145
1.2.2.1. <i>Quelques éléments introductifs construits à partir des Rapports sur les Etudes Doctorales : taux abandon, durées et financements, quels liens ?</i>	145
1.2.2.2. <i>Taux d'abandon en thèse : résultats à partir de l'enquête Génération 98 du Céreq</i>	149
A. Données utilisées et quelques statistiques descriptives	149
B. Une analyse « objective » : modélisations sur données individuelles de la probabilité d'abandonner la thèse	151
C. Une analyse « subjective » : les raisons avancées par les individus eux-mêmes pour justifier leur abandon en thèse	159
1.2.2.3. <i>Comment expliquer la durée des thèses ? Résultats issus de l'enquête Irédu 2001</i>	167
A. Les durées des thèses scientifiques sont relativement homogènes	167
B. Des modélisations simples des durées de thèse	171
1.2.2.4. <i>Un point critique de la transition thèse-emploi ? La soutenance : analyse des mentions obtenues</i>	178

Section II. Une combinaison complexe de variables explique la dynamique d'insertion des docteurs 183

2.1. Une transition thèse-emploi parfois difficile : le rôle du post-doc	184
2.1.1. La situation des post-doctorants (français) aux États-Unis	187
2.1.2. Emplois temporaires, post-doc et emplois à durée indéterminée en France	189
2.1.3. Caractéristiques des post-doctorants français	192
2.1.4. Les déterminants du départ en post-doc : résultats des estimations	198
2.1.4.1. <i>Résultats des estimations sur données Céreq 1999</i>	198
2.1.4.2. <i>Le premier post-doc : résultats des estimations sur données Irédu 2001</i>	200
2.1.4.3. <i>Le second post-doc : résultats des estimations sur données Irédu 2001</i>	205
2.1.4.4. <i>Expliquer la localisation du post-doc : résultats des estimations sur données Irédu 2001</i>	214
A. La localisation du premier post-doc	214
a) Les effets de quelques variables « objectives »	215
b) Les effets de quelques variables plus subjectives	217
c) Différences hommes-femmes : comment expliquer que les femmes soient moins mobiles internationalement ?	218
B. La localisation du second post-doc	226
2.2. Les emplois des docteurs : quels sont les facteurs déterminants de l'insertion ?	233
2.2.1. Les emplois des docteurs entre trois et cinq ans après la soutenance : les docteurs, tous des chercheurs ?	233
2.2.1.1. <i>Les emplois des docteurs trois ans après la soutenance : résultats de l'enquête Céreq 1999</i>	234
2.2.1.2. <i>Les emplois des docteurs selon l'enquête Irédu 2001</i>	236
2.2.2. Les modes d'accès à l'emploi : dénouer la complexité des facteurs affectant l'insertion	240
2.2.2.1. <i>Analyse subjective de l'accès aux emplois : du discours...</i>	240
2.2.2.2. <i>...aux faits : tentatives de mesure objective des facteurs affectant l'insertion</i>	247
A. Quelles sont les variables qui affectent la situation des docteurs sur le marché du travail ? Modèles multinomiaux sur données Irédu (2001)	248
B. L'effet du post-doctorat sur l'accès aux emplois académiques : le post-doc, un choix raisonné ?	255
a) Quelques estimations sur données Céreq 1999	255
b) Traitement des problèmes d'endogénéité et de sélection à l'aide des données Irédu (2001)	261
C. Le monitorat d'initiation à l'enseignement supérieur : un effet de signal sur l'insertion ?	273
a) Quelques caractéristiques spécifiques du monitorat et des moniteurs	273
b) Le monitorat, une variable non exogène : quelles conséquences sur les estimations ?	276
D. Quels effets « productivité » de la recherche en thèse sur l'accès à un poste académique ?	281
E. Quels effets disciplinaires ? Les déterminants de l'accès à la profession académique varient selon les disciplines	285
a) Les sciences de la vie	287

b) La chimie	290
c) La physique	292
d) L'informatique	294
Conclusion	297
Chapitre 3 Perspectives théoriques et empiriques des transformations récentes des systèmes d'innovation	303
Section I. Innovation et emploi : des thèses évolutionnistes aux thèses néoclassiques	306
1.1. Innovation, changement technique, main-d'œuvre scientifique : quelques éclairages théoriques à la lumière des thèses évolutionnistes	310
1.1.1. Information vs. connaissance	310
1.1.2. La connaissance, un bien public ?	313
1.1.3. Les mécanismes correctifs	316
1.1.4. Connaissances tacites vs connaissances codifiées	320
1.2. Les modèles de la croissance endogène	327
1.2.1. Repérages théoriques : les modèles canoniques	328
1.2.2. R&D et croissance économique : effets « d'échelle » et dimensionnement optimal du secteur de la R&D	331
1.2.3. Pourquoi les scientifiques et ingénieurs ne contribuent pas significativement à la croissance économique ?	337
1.2.5. Une réévaluation des thèmes de l'économie de la connaissance ou une vision réductrice de vieux thèmes d'économie politique ?	345
Section II. Le système d'innovation français en perspective : quelques faits stylisés	348
2.1. Les dépenses de R&D : mesures et implications	348
2.1.1. Dépenses intérieures de recherche et développement : éléments de comparaisons internationales	349
2.1.2. Les sources de financements de la R&D	356
2.1.3. Les secteurs d'exécution de la R&D	365
2.1.4. Structure et financement de la R&D française : quelques spécificités	367
2.2. Performances scientifiques et technologiques françaises : un bref aperçu	371
2.3. La main-d'œuvre scientifique : tentatives d'évaluation	376
2.4. Collaborations public-privé : quels liens science-industrie ?	383
Conclusion	396
Chapitre 4 De l'existence d'un marché du travail scientifique intermédiaire à l'intersection de deux communautés scientifiques, chercheurs publics-chercheurs privés, aux comportements bien spécifiques	397
Section I. Le travail de recherche pendant la thèse	399
1.1. Présentation des variables utilisées et de quelques résultats	399
1.2. Les déterminants de la productivité en thèse : résultats des estimations	406
1.2.1. Les publications	406
1.2.1.1. Les modèles utilisés : comment traiter une variable discrète à valeurs non négatives ?	406
1.2.1.2. Quelques résultats	409
1.2.2. La participation à des conférences	413
1.2.3. Une mesure de la productivité moyenne en thèse	416
1.2.3.1. Des estimations de modèles linéaires à équations simultanées	417
1.2.3.2. ...aux estimations sur la productivité moyenne	418
1.3. Collaboration dans les activités de publications durant la thèse : résultats des estimations	422
1.3.1. Les modèles : traiter le problème de sélection	422
1.3.2. Quelques résultats : financements « publics » et laboratoires associés au CNRS favorisent la collaboration avec le secteur privé	423
1.4. Une analyse des perspectives de carrières en début de thèse	428
1.4.1. Quelques résultats descriptifs	428

1.4.2. Les perspectives de carrières dans le secteur de la R&D privée : résultats des estimations, ensemble des disciplines.....	430
1.4.3. Les perspectives de carrières dans le secteur de la R&D privée : résultats des estimations par grande discipline.....	436
Section II. Activités de recherche et rémunérations des post-doctorants	439
2.1. Diversité des conditions et des activités de recherche des post-doctorants français	440
2.2. Les rémunérations des post-doctorants	444
2.2.1. Les estimations réalisées : méthode de Heckman en deux étapes vs. maximisation jointe de la fonction de vraisemblance	446
2.2.2. L'influence de la localisation : les post-doctorants aux Etats-Unis gagnent 50% de plus que les post-doctorants restés en France	448
2.2.3. Les effets de la discipline : les sciences de la vie, faiblement rémunérés	449
2.2.4. Les effets de quelques autres variables explicatives et l'équation de sélection	450
Section III. Les conditions d'emploi et de travail des jeunes scientifiques : diversifiées mais typifiées par secteur	454
3.1. Satisfaction au travail et rémunérations des jeunes scientifiques	456
3.1.1. La satisfaction au travail : une mesure non conventionnelle de l'état du marché du travail.....	457
3.1.1.1. Une brève mise en perspective historique : de l'intérêt tardif des économistes pour les notions de bien-être et de satisfaction au travail.....	457
3.1.1.2. Pourquoi étudier la satisfaction au travail des docteurs ?	462
3.1.2. La satisfaction au travail des docteurs aux Etats-Unis à l'aide de données individuelles de la NSF	463
3.1.2.1. Une brève présentation des données utilisées et de quelques caractéristiques de la satisfaction au travail des docteurs travaillant aux Etats-Unis	463
3.1.2.2. Les techniques d'estimations utilisées	466
3.1.2.3. Résultats des estimations : les déterminants de la satisfaction au travail	472
A. L'ensemble des docteurs, tous secteurs confondus	473
a) Les salaires des docteurs aux USA, quelques grands déterminants : les chercheurs sont-ils faiblement rémunérés ?	473
b) Impacts de la durée du travail et du salaire sur le niveau exprimé de satisfaction au travail : plus on travaille, plus on est riche et plus on est satisfait ?	476
c) L'effet de quelques variables sociodémographiques sur la satisfaction	477
d) Les effets du secteur d'emploi et de l'activité principale sur la satisfaction au travail : les chercheurs, plus satisfaits que les autres docteurs ?	479
B. Les universitaires : des déterminants spécifiques de la satisfaction ?	487
C. Les docteurs du secteur privé : les chercheurs sont-ils les plus satisfaits de leur travail ?	491
3.1.3. Le cas des docteurs français : étude de la satisfaction à partir des données de l'enquête Irédu (2001).....	495
3.1.3.1. Présentation sommaire des variables de satisfaction et de quelques résultats sur la satisfaction	496
3.1.3.2. Résultats des estimations I : ensemble de l'échantillon des docteurs, chercheurs et non chercheurs	500
A. Procédures générales d'estimation	500
B. Les estimation des équations de salaire : les déterminants du salaire des docteurs	505
a) Équations de salaire sans sélection	506
b) Équations de salaires avec sélection (traitement de l'effet de la localisation du post-doctorat) : est-il rentable de faire un post-doctorat ?	513
C. Résultats des estimations des équations de satisfaction	521
a) Les femmes n'ont pas une satisfaction au travail différente de celles des hommes	521
b) Secteur d'emploi et aspirations de carrières : les normes de l'emploi académique, sources de satisfaction ?	521
c) Satisfaction et rémunération : les docteurs, peu sensibles à leur niveau (absolu) de salaire ?	524
3.1.3.3. Résultats des estimations II : les chercheurs	527
A. Les équations de salaires : comment expliquer le salaire des chercheurs ?	528
B. Les équations de satisfaction	533
3.2. Activités de R&D, autonomie et contraintes ressenties selon l'appartenance aux trois communautés scientifiques	540
3.2.1. Les activités de R&D sont structurées selon le « secteur » et la possession ou non du titre d'ingénieur	540
3.2.2. ... tout comme le sont la réalisation de contrats de recherche et la participation à des réseaux scientifiques	543
3.2.3. Autonomie et contraintes ressenties : les chercheurs du secteur intermédiaire, chercheurs académiques sans l'autonomie ?	547

3.2.4. Les activités autres que la R&D.....	551
3.3. L'activité de publications des jeunes chercheurs.....	552
3.3.1. Publier, une activité à intensité variable : les variables explicatives du nombre de publications	553
3.3.1.1. Les modèles utilisés : traiter un phénomène discret, à distribution oblique et à valeurs non négatives	553
3.3.1.2. L'amorce d'un cycle de vie au niveau des publications ? _____	556
3.3.1.3. Un effet Matthieu ? _____	557
3.3.1.4. L'impact du « secteur » d'emploi, de la discipline et de l'orientation des activités de recherche _____	558
3.3.1.5. Les équations de sélection _____	560
3.3.2. Publier, une activité collaborationniste : les déterminants de la collaboration dans les publications	562
3.3.2.1. Les modèles utilisés : traiter les problèmes de sélection et d'observabilité partielle _____	564
3.3.2.2. Les effets des variables résumant l'activité de R&D _____	565
3.3.2.3. L'effet des variables de carrières et de durées _____	567
Conclusion	569
Conclusion _____	573
Bibliographie _____	584
Glossaire des abbréviations _____	633
Table des matières _____	635
Liste des tableaux _____	640
Liste des figures _____	645

Liste des tableaux

Tableau 1. Production annuelle de docteurs et proportion de doctorants étrangers dans quelques pays de l'OCDE.	51
Tableau 2. Proportion de diplômés de doctorat d'origine étrangère pour quatre pays, 1998 ou 1999 (données standardisées par la NSF, %).	52
Tableau 3. Proportion de post-doctorants étrangers aux États-Unis pour trois grandes disciplines (%).	54
Tableau 4. États-Unis : nombre de diplômés de doctorat, disciplines détaillées (1970-2000)	62
Tableau 5. États-Unis : nombre annuel de docteurs diplômés par grands regroupements disciplinaires (1992-99).	63
Tableau 6. Echantillons de docteurs extraits des deux Survey of Doctorate Recipients 1993 et 1997.	66
Tableau 7. Taux de chômage et taux d'activité « moyens » des jeunes diplômés de doctorat sur la période 1993-1997.	68
Tableau 8. Taux de chômage et taux d'emploi à temps partiel involontaire et hors champ (TEIHC), en avril 1993 et avril 1997, pour les jeunes docteurs diplômés.	70
Tableau 9. États-Unis : secteurs d'emploi pour les docteurs récemment diplômés (%).	71
Tableau 10. États-Unis, diplômés de doctorat 1985-1989 : probabilité d'être dans quatre situations sur le marché du travail en avril 1993 (effets marginaux en %).	78
Tableau 11. États-Unis, diplômés de doctorat 1990-1994 : probabilité d'être dans quatre situations sur le marché du travail en avril 1997 (effets marginaux en %).	79
Tableau 12. Diplômés de doctorat 1990-94 : probabilité d'être dans cinq situations en avril 1997 (effets marginaux, %).	80
Tableau 13. Diplômés de doctorat 1985-89 et 1990-94 : probabilité d'être dans cinq situations respectivement en avril 1993 et avril 1997 (effets marginaux en %)	81
Tableau 14. États-Unis : probabilité du choix fictif de refaire un nouveau doctorat dans la même discipline.	87
Tableau 15. France : nombre de nouveaux docteurs par grands groupements disciplinaires (1992-1999)	95
Tableau 16. Nombre annuel et cumulé de diplômés de doctorat en sciences de la vie (France, 1989-98).	97
Tableau 17. Evolutions du nombre de diplômés scientifiques par cycles (1982-2000).	103
Tableau 18. Indicateurs d'insertion pour les docteurs en sciences de la vie construits à partir du Rapport sur les Etudes Doctorales (%).	116
Tableau 19. Evolutions des taux de chômage pour les diplômés de l'enseignement supérieur durant les années 90, environ trois ans après la sortie (en %).	118
Tableau 20. Evolutions des taux d'emplois précaires pour les diplômés de l'enseignement supérieur durant les années 90, environ trois ans après la sortie (%).	118
Tableau 21. Evolution des salaires médians pour les diplômés de l'enseignement supérieur durant les années 90, trois ans après la sortie (en francs).	119
Tableau 22. Situation sur le marché du travail en mars 1999 des docteurs diplômés en 1996 : résultats des estimations (effets marginaux en %)	122
Tableau 23. Répartition de l'échantillon par disciplines.	132
Tableau 24. Baccalauréat possédé selon la discipline de thèse (%).	132
Tableau 25. Âge moyen à la soutenance (en années).	133
Tableau 26. Proportion de docteurs diplômés d'une école d'ingénieurs (%).	135
Tableau 27. Répartition géographique des universités de préparation de la thèse (%).	136
Tableau 28. Répartition des rattachements des laboratoires d'accueil (%).	136
Tableau 29. Répartition du nombre de financements par disciplines (%).	137

Tableau 30. Répartition des sources de financements des doctorants selon la discipline (%).	138
Tableau 31. Les sources de financements de la thèse par disciplines (%).	139
Tableau 32. Répartition des combinaisons des modes de financement de la thèse (%).	140
Tableau 33. Pseudo taux d'abandon des allocataires et des non allocataires par discipline (1999).	148
Tableau 34. Quelques caractéristiques de l'échantillon extrait de Génération 98.	150
Tableau 35. Taux d'abandon en thèse, par disciplines détaillées, selon Génération 98 du Céreq (%).	151
Tableau 36. Taux d'abandon en cours de thèse pour quelques sous-populations aux caractéristiques spécifiques (%).	151
Tableau 37. Probabilité d'abandon en thèse, ensemble de l'échantillon et par grandes disciplines (effets marginaux).	156
Tableau 38. Probabilité d'abandon en thèse, ensemble de l'échantillon, par sexe (effets marginaux).	157
Tableau 39. Probabilité d'abandon en thèse, sciences exactes, par sexe (effets marginaux).	158
Tableau 40. Probabilité d'abandon en thèse, LSHS, par sexe (effets marginaux).	159
Tableau 41. Raisons d'abandon en thèse par grandes disciplines (%).	160
Tableau 42. Justification de l'abandon en thèse : probabilité d'avancer des raisons financières (effets marginaux).	163
Tableau 43. Justification de l'abandon en thèse : probabilité d'avancer des raisons financières, ensemble de variables dichotomiques pour disciplines (effets marginaux).	164
Tableau 44. Justification de l'abandon en thèse : probabilité « avoir trouvé un emploi » (effets marginaux).	165
Tableau 45. Justification de l'abandon en thèse : probabilité « avoir trouvé un emploi », variables dichotomiques pour disciplines (effets marginaux).	166
Tableau 46. Répartition de la durée des thèses par disciplines (%).	168
Tableau 47. Répartition de la durée des thèses par grande discipline selon l'enquête Céreq 1999 (%).	168
Tableau 48. Durée médiane des thèses selon la nature du financement, par grande discipline, selon l'enquête Céreq 1999 (en mois).	169
Tableau 49. Proportion d'individus vivant en couple (%).	169
Tableau 50. Durées moyennes des thèses selon quelques caractéristiques familiales (en mois).	170
Tableau 51. Durées de thèse en fonction de l'équipe d'accueil du doctorant (en mois).	170
Tableau 52. Matrice des valeurs effectives et prévues par le modèle probit global du Tableau 54.	176
Tableau 53. Durée des thèses : modèles linéaires.	177
Tableau 54. Durée des thèses : modèles probit, effets marginaux.	178
Tableau 55. Probabilité d'obtention des félicitations du jury (effets marginaux).	182
Tableau 56. Situations des docteurs deux ans après la soutenance (1999).	190
Tableau 57. Proportion d'emplois à durée déterminée selon la nature de l'emploi, la discipline et l'obtention ou non de la thèse (en %).	191
Tableau 58. Proportion d'emplois à durée limitée par discipline (en %).	191
Tableau 59. Proportion de docteurs ayant effectué au moins un post-doc (en %).	192
Tableau 60. Proportion de post-doc et lieu des post-doc par disciplines (%).	193
Tableau 61. Durées moyennes et distribution des durées des post-docs selon leur localisation.	194
Tableau 62. Durées moyennes et répartition des durées en post-doc selon la localisation du premier post-doc.	195
Tableau 63. Durées moyennes et répartition des durées des post-docs pour les docteurs ayant effectué deux post-docs.	195
Tableau 64. Proportion de post-doc selon le sexe (%).	196
Tableau 65. Proportion de post-doc selon le sexe et le statut familial en fin de thèse (%).	197
Tableau 66. Moyens utilisés pour trouver le post-doc (%).	197
Tableau 67. Variables explicatives de la probabilité de réaliser un post-doc pour les docteurs de 1996 (effets marginaux en %).	200
Tableau 68. Variables expliquant le départ en post-doc (probabilités marginales).	204
Tableau 69. Probabilité d'effectuer un deuxième post-doc (effets marginaux).	211

<i>Tableau 70. Probabilité d'effectuer un second post-doc, estimations séparées hommes-femmes (effets marginaux).</i>	212
<i>Tableau 71. Probabilité d'effectuer un second post-doc : modèles probit bivariés avec sélection.</i>	213
<i>Tableau 72. Etats-Unis : proportion de femmes parmi les post-doctorants citoyens américains et étrangers, en 2001 (%).</i>	222
<i>Tableau 73. Etats-Unis : évolution de la proportion de femmes parmi les post-doctorants citoyens américains et étrangers entre 1979 et 2001.</i>	223
<i>Tableau 74. Vie en couple à la fin de la thèse et mise en couple en cours de thèse selon la localisation du post-doc, par sexe (%).</i>	224
<i>Tableau 75. Matrice de prévision du modèle probit numéro 2 du Tableau 76</i>	224
<i>Tableau 76. Variables expliquant la localisation du premier post-doc (probabilités marginales).</i>	225
<i>Tableau 77. Localisation du premier post-doc, estimations séparées hommes-femmes (probabilités marginales).</i>	226
<i>Tableau 78. Variables expliquant la localisation du second post-doc (effets marginaux).</i>	232
<i>Tableau 79. Types d'emploi des docteurs 1996 en 1999 selon le financements obtenu en thèse (en %).</i>	235
<i>Tableau 80. Types d'emplois des docteurs 1996 en 1999 selon la discipline de thèse (en %).</i>	235
<i>Tableau 81. Types d'emplois : docteurs-ingénieurs et Cifre (%).</i>	236
<i>Tableau 82. Nature des emplois de recherche selon la discipline du doctorat (%).</i>	239
<i>Tableau 83. Moyens ou personnes ayant facilité l'accès à l'emploi actuel (%).</i>	242
<i>Tableau 84. Moyens ou personnes ayant facilité l'accès à l'emploi actuel selon le secteur d'emploi et selon que le docteur a effectué ou non un post-doc (en %).</i>	243
<i>Tableau 85. Moyens utilisés pour trouver un emploi (effets marginaux).</i>	247
<i>Tableau 86. Situation des docteurs sur le marché du travail en quatre catégorie : modèles multinomiaux (effets marginaux en %).</i>	253
<i>Tableau 87. Situation des docteurs sur le marché du travail en quatre catégories : modèles multinomiaux avec localisation du post-doc (effets marginaux, %).</i>	254
<i>Tableau 88. Variables explicatives de la probabilité d'être dans une des quatre situations sur le marché du travail, post-doctorats exclus (effets marginaux en %).</i>	257
<i>Tableau 89. Probabilité d'être MCF ou CR (effets marginaux en %).</i>	260
<i>Tableau 90. Probabilité d'être MCF ou CR (effets marginaux, %).</i>	270
<i>Tableau 91. Probabilité d'être MCF ou CR, correction pour endogénéité (%).</i>	271
<i>Tableau 92. Probabilité d'être MCF ou CR, correction pour sélection (%).</i>	272
<i>Tableau 93. Carrières envisagées en début de thèse selon que le docteur a été moniteur ou non, par discipline (%).</i>	275
<i>Tableau 94. Carrières envisagées en début de thèse selon le type de financement de la thèse (%).</i>	275
<i>Tableau 95. Nombre de publications et nombre de conférences durant la thèse, par discipline.</i>	276
<i>Tableau 96. Moyens ou personnes ayant facilité l'accès à l'emploi actuel, selon la nature de cet emploi et le financement de la thèse (%).</i>	279
<i>Tableau 97. Probabilité d'accéder à une profession académique, avec correction du problème d'endogénéité de la variable monitorat.</i>	280
<i>Tableau 98. Effets marginaux sur la probabilité d'être MCF ou CR de la variable moyenne du nombre de publications et du nombre de conférences, selon diverses pondérations adoptées.</i>	282
<i>Tableau 99. Probabilité d'être MCF ou CR avec combinaisons de variables de publications et de conférences et hors variables de financements (effets marginaux).</i>	285
<i>Tableau 100. Sciences de la vie : probabilité d'être MCF ou CR (effets marginaux).</i>	290
<i>Tableau 101. Chimie : probabilité d'être MCF ou CR (effets marginaux).</i>	292
<i>Tableau 102. Physique : probabilité d'être MCF ou CR (effets marginaux).</i>	294
<i>Tableau 103. Informatique : probabilité d'être MCF ou CR (effets marginaux).</i>	296
<i>Tableau 104. Dépenses de R&D dans la zone OCDE en 1999.</i>	350
<i>Tableau 105. DIRD par habitant (dollar courant, PPA, 1999).</i>	351
<i>Tableau 106. Répartition des crédits budgétaires publics de R&D par grands objectifs (1999)</i>	364

Tableau 107. EPST et EPIC : données statistiques de base (2002)	369
Tableau 108. Capacité de recherche des administrations françaises (1999)	369
Tableau 109. Évolution des dépenses de R&D des administrations françaises (1994-99).	370
Tableau 110. Publications scientifiques et techniques dans quelques pays	373
Tableau 111. Effort de publications des pays, hors effet taille.	375
Tableau 112. Scientifiques et ingénieurs dans l'Union Européenne	379
Tableau 113. Niveau d'éducation moyen de la population dans quelques pays	379
Tableau 114. Nombre et proportion de chercheurs dans quelques pays	380
Tableau 115. Proportion d'entreprises ayant des accords de coopération de R&D avec des universités ou des centres de recherche publics (%)	386
Tableau 116. Orientation des recherches en thèse selon le rattachement du laboratoire de thèse (%).	400
Tableau 117. Activités de recherche en thèse : orientation des recherches, publications et conférences (par discipline).	401
Tableau 118. Impact des objectifs de carrière sur l'orientation des recherches en thèse et sur le nombre de publications et de conférences.	402
Tableau 119. Nature des collaborations dans les publications durant la thèse, par discipline (%).	403
Tableau 120. Nature des collaborations dans les publications durant la thèse : indicateur de choix mutuellement exclusifs, par discipline (%).	404
Tableau 121. Collaboration dans les publications selon l'orientation des recherches menées en thèse (%).	405
Tableau 122. Nombre de publications durant la thèse : résultats des estimations des modèles linéaires, de Poisson et binomiaux négatifs.	413
Tableau 123. Nombre de conférences durant la thèse : résultats des estimations des modèles linéaires, de Poisson et binomiaux négatifs.	416
Tableau 124. Nombre de conférences et de publications durant la thèse : résultats des estimations des modèles linéaires par les MCG.	418
Tableau 125. Log du nombre moyen de conférences et de publications durant la thèse : résultats des estimations de modèles linéaires selon différentes pondérations.	421
Tableau 126. Collaboration dans les publications durant la thèse : résultats des estimations (effets marginaux).	427
Tableau 127. Emploi souhaité à l'issue de la thèse, par discipline et par sexe (%).	429
Tableau 128. Perspectives de carrières : résultats des estimations de la probabilité d'envisager une carrière dans le secteur de la R&D privée, docteurs de toutes disciplines (effets marginaux).	435
Tableau 129. Perspectives de carrières des docteurs en physique : résultats des estimations de la probabilité d'envisager une carrière dans le secteur de la R&D privée (effets marginaux).	438
Tableau 130. Perspectives de carrières des docteurs en chimie : résultats des estimations de la probabilité d'envisager une carrière dans le secteur de la R&D privée (effets marginaux).	438
Tableau 131. Perspectives de carrières des docteurs en sciences de la vie : résultats des estimations de la probabilité d'envisager une carrière dans le secteur de la R&D privée (effets marginaux).	439
Tableau 132. Nombre moyen et répartition des publications des post-doctorants.	441
Tableau 133. Nature des collaborations dans les publications durant les post-docs (%).	442
Tableau 134. Orientation des recherches des post-doctorants (%).	442
Tableau 135. Autonomie des post-doctorants dans leur activité de recherche (%).	444
Tableau 136. Revenus moyens des post-doctorants français (en francs) et répartition (en %).	445
Tableau 137. Rémunérations en post-doc : résultats des estimations.	453
Tableau 138. Satisfaction au travail des docteurs travaillant aux USA par secteur d'emploi et par sexe (%).	464
Tableau 139. Satisfaction au travail des docteurs travaillant aux USA selon la date de naissance et le sexe (%).	465
Tableau 140. SDR 1997 : les variables utilisées et leurs valeurs moyennes.	472
Tableau 141. Équation de salaires estimée, ensemble des docteurs travaillant aux Etats-Unis.	475
Tableau 142. Équations de satisfaction : résultats des estimations pour les docteurs américains, ensemble de l'échantillon (coefficients estimés).	482

Tableau 143. Équations de satisfaction : effets marginaux relatifs au modèle 6 du Tableau 142.	484
Tableau 144. Équations de satisfaction : estimations séparées hommes-femmes.	485
Tableau 145. Les universitaires travaillant aux USA : estimations des équations de satisfaction.	489
Tableau 146. Les docteurs travaillant dans le secteur privé aux USA : estimations des équations de satisfaction au travail.	493
Tableau 147. Proportion d'individus ayant trouvé un emploi correspondant à leurs attentes selon la discipline et le secteur d'emploi souhaité au début du doctorat (%).	497
Tableau 148. Raisons avancées par les individus n'ayant pas trouvé un emploi correspondant à leurs attentes selon le secteur envisagé au début du doctorat (%).	498
Tableau 149. Proportion d'individus satisfaits de leur emploi selon la carrière envisagée en début de thèse et le secteur d'emploi actuel (%).	500
Tableau 150. Salaires nets moyens des docteurs français, par secteur (en francs).	506
Tableau 151. Équations de salaire pour l'emploi actuel.	512
Tableau 152. Structures de sélections bivariée pour les équations de salaire traitant l'effet de la localisation du post-doctorat (effets marginaux).	518
Tableau 153. Équations de salaires : modèles d'effets basés sur la structure de sélection bivariée 1.	519
Tableau 154. Équations de salaires : modèles d'effets basés sur la structure de sélection bivariée 2.	520
Tableau 155. Équations de satisfaction, résultats des estimations : ensemble de l'échantillon (probabilité d'être satisfait avec l'emploi actuel, effets marginaux).	526
Tableau 156. Équations de salaire, population des chercheurs.	533
Tableau 157. Équation de satisfaction, population des chercheurs : résultats des estimations (effets marginaux).	539
Tableau 158. Orientation des recherches des chercheurs, selon le secteur d'emploi et la possession ou non du titre d'ingénieur (%).	541
Tableau 159. Activités de R&D des chercheurs selon le secteur d'emploi (%).	542
Tableau 160. Contrats de recherche et participation à des réseaux scientifiques, par secteur d'emploi (%).	543
Tableau 161. Contrats de recherche et réseaux scientifiques selon la discipline du doctorat et le secteur d'emploi (%).	544
Tableau 162. Chercheurs académiques : contrats de recherche et réseaux selon la nature des recherches et la possession ou non d'un diplôme d'ingénieur (%).	544
Tableau 163. Moyens utilisés par les chercheurs pour leur activité de R&D (%).	546
Tableau 164. Objectifs des réseaux scientifiques auxquels participent les chercheurs, selon le secteur d'emploi (%).	546
Tableau 165. Autonomie et origine des contraintes rencontrées dans le travail de recherche (%).	548
Tableau 166. Proportion d'individus qui ont des objectifs précis à réaliser selon le secteur d'emploi et l'orientation des recherches menées (%).	549
Tableau 167. Proportion de docteurs ayant des objectifs précis à réaliser selon la participation à des contrats de recherche, la participation à un réseau scientifique et la nature de ce réseau (%).	550
Tableau 168. Proportion de docteurs ayant des activités de gestion, management, selon le secteur d'emploi et la possession ou non d'un diplôme d'ingénieur (%).	552
Tableau 169. Nombre moyen de publications par secteur d'emploi et par discipline.	553
Tableau 170. Nombre de publications dans l'emploi actuel : modèles sans sélection.	561
Tableau 171. Nombre de publications durant l'emploi actuel : modèles de Poisson avec sélection.	562
Tableau 172. Collaboration dans les publications par secteur d'emploi (%).	564
Tableau 173. Probabilité d'avoir publié avec des chercheurs du secteur privé pour les chercheurs du secteur académique et intermédiaire : modèles probit univariés.	568
Tableau 174. Probabilité d'avoir publié avec des chercheurs du secteur privé pour les chercheurs du secteur académique et intermédiaire : modèles à observabilité partielle.	569

Liste des figures

Figure 1. Offre et demande de scientifiques : le graphique en ciseaux d'Arrow et Capron.	20
Figure 2. Proportion de docteurs étrangers aux USA (%).	50
Figure 3. Proportion de post-doctorants étrangers aux États-Unis (%).	55
Figure 4. Répartition du nombre de post-doctorants présents aux USA en 2001 selon la discipline et la nationalité.	55
Figure 5. États-Unis : nombre annuel de diplômés de doctorat par grandes disciplines (1966-2000).	60
Figure 6. États-Unis : nombre annuel de diplômés de doctorat par grands regroupements disciplinaires (1966-2000).	61
Figure 7. Taux de chômage aux États-Unis, ensemble de la population active et diplômés universitaires (en %, 1992-2002).	67
Figure 8. Variations des taux de sous-emploi et des taux de chômage entre 1993 et 1997 par disciplines détaillées.	70
Figure 9. Corrélation entre les coefficients estimés relatifs aux disciplines et les taux de croissance du nombre de diplômés de doctorat entre 1996 et 2000.	90
Figure 10. États-Unis : proportion d'emploi académique à plein-temps dans l'emploi académique total, diplômés de doctorat, 1973-1999 (%).	91
Figure 11. Nombre de post-doctorants présents aux USA, par disciplines (1972-99).	92
Figure 12. États-Unis : proportion de post-doctorants dans l'emploi académique doctoral total, par grands regroupements disciplinaires, 1973-1999 (%).	93
Figure 13. Part des post-doctorants dans l'emploi académique total pour les individus récemment diplômés de doctorat, toutes disciplines confondues, 1973-99 (%).	94
Figure 14. Taux de croissance annuels du nombre de docteurs diplômés (%).	95
Figure 15. Nombre de diplômés de doctorat en sciences de la vie entre 1989 et 1999 en France (par spécialisations détaillées).	96
Figure 16. Proportion de thèses françaises financées par allocation du Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche (1988-1998, %).	101
Figure 17. Premières inscriptions en thèse et revenus relatifs (1992-2000).	102
Figure 18. Nombre de DEA, inscrits et diplômés, sciences exactes (1992-99).	105
Figure 19. Nombre de DEA, inscrits et diplômés, LSHS (1992-99).	105
Figure 20. Ratio des premières inscriptions en thèse au nombre d'inscrits et de diplômés en DEA, sciences exactes (1992-1999).	106
Figure 21. Ratio des premières inscriptions en thèse au nombre d'inscrits et de diplômés en DEA, LSHS (1992-1999).	106
Figure 22. Variations du nombre de diplômés de DEA et du nombre d'inscriptions en thèse, par disciplines (1992-99).	107
Figure 23. Variations des premières inscriptions en thèse et du taux de financement par allocation de recherche, par discipline (1992-1999).	108
Figure 24. Variation du ratio « premières inscriptions en thèse / diplômés de DEA » et du taux de financement par allocation, par discipline (1992-99).	109
Figure 25. Taux de croissance du PIB, écart conjoncturel et variation de l'emploi salarié (1979-2001).	111
Figure 26. Variations des taux de chômage : ensemble de la population, hommes et femmes de moins de 25 ans (1991-2002).	112

Figure 27. Taux de chômage et proportion de post-doctorats pour l'ensemble des docteurs 6 mois après la soutenance (1992-1998).	113
Figure 28. Taux de chômage et proportion de post-doctorats pour l'ensemble des docteurs 18 mois après la soutenance (1992-1998).	113
Figure 29. Proportion d'emplois dans le secteur académique et dans le secteur privé six mois après la soutenance, ensemble des docteurs (1992-98).	114
Figure 30. Proportion d'emplois dans le secteur académique et dans le secteur privé 18 mois après la soutenance, ensemble des docteurs (1992-98).	115
Figure 31. Distribution des âges à la soutenance, par sexe (%).	133
Figure 32. Distribution de la durée des études avant la thèse (%).	134
Figure 33. Nombre de premières inscriptions en thèse (France, 1992-1999).	146
Figure 34. Nombre de soutenances de thèses (France, 1992-1999).	146
Figure 35. Taux d'abandon, durée moyenne des thèses et taux de financement par allocation MENRT par grande discipline	147
Figure 36. Dépenses de R&D en milliards de dollars constants PPA (1981-99).	353
Figure 37. Taux de croissance annuels du PIB et de la DIRD dans cinq pays (séries détrendées, 1983-99).	355
Figure 38. Dépense intérieure de R&D en % du PIB	356
Figure 39. Proportion de financement de la DIRD par les entreprises (1981-99, %)	357
Figure 40. DIRD par source de financements (France, 1981-2000 en %)	358
Figure 41. Proportion de la R&D de l'enseignement supérieur et du gouvernement financée par les entreprises (%)	359
Figure 42. Proportion de la DIRDE financée par les administrations publiques (% , 1981-99)	360
Figure 43. Proportion de la DIRDE financée par les entreprises (% , 1981-99)	360
Figure 44. Proportion des crédits de R&D pour la défense dans les crédits budgétaires publics de R&D (%)	362
Figure 45. Évolution de la DIRD civile et du financement civil entre 1992 et 1998 (%)	362
Figure 46. Proportion de la DIRD exécutée par les entreprises (1981-99, %)	366
Figure 47. Dépenses de R&D par secteur d'exécution (France, 1981-2000, en % du PIB)	367
Figure 48. Corrélation du nombre de publications scientifiques et du PIB en 1997.	375
Figure 49. Distribution du nombre de publications et du nombre de participation à des conférences durant la thèse (%).	401
Figure 50. Proportion d'individus très satisfaits avec leur travail selon leur durée hebdomadaire de travail.	466
Figure 51. Proportion de docteurs insatisfaits ou très insatisfaits avec leur travail selon leur durée hebdomadaire du travail.	466
Figure 52. Effet de la durée dans l'emploi sur le salaire, toutes choses égales par ailleurs.	510
Figure 53. Effort de publications des chercheurs en fonction du nombre de mois d'expérience.	557

Les évolutions du système d'innovation et le marché du travail des jeunes scientifiques

Résumé

En France, comme dans de nombreux autres pays de l'OCDE, la forte augmentation du nombre de diplômés scientifiques de niveau doctoral du milieu des années 80 au milieu des années 90, puis la progressive désaffection pour les études doctorales qui s'en est suivie, se sont combinées à une internationalisation accrue et à des transformations importantes des processus d'innovation. Notre hypothèse est qu'on assiste à l'émergence d'un marché du travail scientifique intermédiaire, à l'intersection du secteur académique et du secteur de la R&D privée, qui permet de répondre à ces évolutions. Une analyse détaillée, essentiellement à la lumière de l'économie du travail, des processus de production des scientifiques et des transformations récentes des carrières des jeunes scientifiques est tout d'abord entreprise. Puis, davantage dans la perspective de l'économie d'innovation, les caractéristiques de l'emploi et de l'activité de R&D des jeunes chercheurs sont étudiées en fonction de leur appartenance à une des trois communautés scientifiques isolées (enseignants-chercheurs et chercheurs du secteur académique, chercheurs du secteur privé, chercheurs du secteur intermédiaire).

Mots-clés : marché du travail scientifique, innovation, secteur académique, chercheurs, doctorat.

Codes JEL : J44, O32, F22, C25.

The evolutions of the system of innovation and the labour market of young scientists

Abstract

In France, as in many other OECD countries, a sharp increase in the number of Ph.D. graduates in S&E fields from the mid-1980s to the mid-1990s was followed by a decrease in the enrolments in Ph.D. studies. Important transformations in the innovation processes were also observed on the same period. Our hypothesis is that we assist to the emergence of an intermediate scientific labour market between the traditional academic sector and the private research sector. A detailed analysis of the production processes of scientists and of the scientific careers of young scientists is first carried out in the perspective of labour economics. Then, in the perspective of the economics of innovation and technical change, the characteristics of young researchers' jobs and R&D activities are studied. We try to isolate three scientific communities: academics and researchers in the public sector of research, researchers in the private sector and researchers in the intermediate research sector.

Keywords : scientific labour market, innovation, academic sector, researchers, Ph.D.

JEL codes : J44, O32, F22, C25.