



HAL
open science

Pourquoi les docteurs s'insèrent moins vite que les ingénieurs, et que faire?

David Margolis, Luis N Miotti

► **To cite this version:**

David Margolis, Luis N Miotti. Pourquoi les docteurs s'insèrent moins vite que les ingénieurs, et que faire?. 2017. halshs-01545880

HAL Id: halshs-01545880

<https://shs.hal.science/halshs-01545880>

Preprint submitted on 23 Jun 2017

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.



PARIS SCHOOL OF ECONOMICS
ÉCOLE D'ÉCONOMIE DE PARIS

WORKING PAPER N° 2017 – 22

**Pourquoi les docteurs s'insèrent moins vite
que les ingénieurs, et que faire?**

**David N. Margolis
Luis Miotti**

JEL Codes: J24, I23, J64

**Keywords: Insertion des jeunes, Docteur vs ingénieur, subventions salariales,
Dispositif jeunes docteurs, Crédit impôt recherche**



PARIS-JOURDAN SCIENCES ÉCONOMIQUES

48, Bd JOURDAN – E.N.S. – 75014 PARIS
TÉL. : 33(0) 1 43 13 63 00 – FAX : 33 (0) 1 43 13 63 10
www.pse.ens.fr

Pourquoi les docteurs s'insèrent moins vite que les ingénieurs, et que faire?

David N. Margolis* et Luis Miotti†

June 20, 2017

Abstract

This paper studies why PhDs in France have more difficulty entering the job market than engineers. Using data from CEREQ's "Génération 2004" survey, we show that job finding rates of PhDs are lower than those of engineers and situate them among post-secondary graduates as a whole. We show that this phenomenon holds even when restricting attention to R & D jobs, and that the difference is mainly due to differences in the fields of study of PhDs and engineers. We also show that the relative demand for PhDs is only moderately sensitive to cost, as only the large employment subsidies inherent in the most recent reform of the "dispositif jeunes docteurs" of France's research tax credit were able to significantly improve placement of young PhDs.

Résumé

Ce papier examine la raison pour les difficultés d'insertion des jeunes docteurs par rapport aux ingénieurs en France. En utilisant les données de l'enquête « Génération 2004 » du CEREQ, nous démontrons l'écart entre les taux d'insertion des docteurs et des ingénieurs et les situent par rapport à l'ensemble de diplômés du système post-secondaire. Nous montrons que ce phénomène persiste même pour les postes de recherche et développement, et que la différence s'explique largement par les différences entre les choix de spécialisation des docteurs et ingénieurs. Nous montrons également que la demande des employeurs pour les docteurs est peu sensible à leur coût, dans la mesure où seulement la subvention massive du « dispositif jeunes docteurs » de la dernière réforme du crédit impôt recherche a permis d'améliorer l'insertion relative des docteurs par rapport aux ingénieurs.

JEL Codes / Codes JEL: J24, I23, J64

Key Words: School-to-work transition, Doctors versus Engineers, Wage subsidies.

Mots Clés: Insertion des jeunes, Docteur vs ingénieur, subventions salariales, Dispositif jeunes docteurs, Crédit impôt recherche.

*Paris School of Economics - CNRS and IZA. Adresse: 48 boulevard Jourdan, 75014 Paris, France. E-mail: David.N.Margolis@gmail.com. Téléphone: +33 1 44 07 82 20. Fax: +33 1 44 07 82 47.

†CEPN-CNRS, Université Paris 13.

Ce papier représente une extension du rapport "Évaluation de l'impact du dispositif « jeunes docteurs » du crédit d'impôt recherche", préparé pour le Ministère de L'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche. Les auteurs remercient Frédérique Sachwald et le comité de suivi interministérielle pour ses remarques sur les versions précédentes.

1 Introduction

En France, un ingénieur sort de l'école à l'âge de 23,9 ans en moyenne, alors qu'un étudiant qui obtient son doctorat a 28,7 ans en moyenne. De plus, certains étudiants obtiennent leur doctorat après avoir déjà complété leurs études d'ingénieur. Si le nombre d'années d'études est un bon proxy pour le niveau de capital humain (Becker, 1993; Mincer, 1974), les docteurs devraient être plus productifs que les ingénieurs et, toute chose égale par ailleurs, être plus demandé par les employeurs. Ce phénomène devrait être d'autant plus important pour les postes de recherche et développement, où la productivité de l'individu dans son travail dépend directement de son capital humain intellectuel et de sa capacité à entreprendre des recherches (plutôt que de mettre en œuvre des innovations trouvées par un autre).

Or les données suggèrent une toute autre histoire. Selon un rapport du Ministère de l'Education nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche (Margolis et Miotti, 2015) basé sur les données de l'enquête Génération 2004 du CEREQ¹, le taux de chômage des docteurs (8,63 pourcent) est plus que le double de celui des ingénieurs (3,46 pourcent) trois ans après être sortie du système scolaire. Même les docteurs qui ont terminé leur thèse après avoir déjà obtenu un diplôme d'ingénieur s'insèrent² moins bien à trois ans (taux de chômage de 6,50 pourcent) que ceux qui n'ont qu'un diplôme d'ingénieur.

Ce papier cherche à expliquer cette paradoxe. On commence par évaluer la validité de l'hypothèse "toute chose égale par ailleurs", en se focalisant sur les différences des caractéristiques observables qui pourrait affecter la demande de travail pour les diplômés du post-secondaire et leur salaire de réserve (mention au baccalauréat, âge, sexe, localisation géographique) et contrôle pour des caractéristiques inobservés (tels que motivation, assiduité, créativité, travail en équipe) dans les estimations. Ensuite, on explore les contenu du capital humain, en considérant les spécialités des diplômes obtenus et leur impact sur l'insertion des jeunes. On finit par considérer l'élasticité de l'emploi pour les différentes sortes d'étudiant en fonction de leur coût relatif, en exploitant une suite de reformes ostensiblement exogènes du «dispositif jeunes docteurs» (DJD) du crédit d'impôt pour la recherche, qui fournissait des réductions de charges et crédits d'impôt seulement pour l'embauche des docteurs (et docteurs-ingénieurs), et non pas pour les ingénieurs seuls.

D'un point de vue méthodologique, on commence par une série de tests de différences de moyennes entre échantillons puis on utilise des modèles de durée avec hétérogénéité inobservée et variables explicatives qui varient dans le temps. Cette dernière approche est particulièrement adapté à l'analyse du processus d'insertion, car trouver un emploi après la sortie de l'école est

¹Génération 2004 est la seule cohorte de l'enquête Génération du CEREQ qui permet d'identifier les individus avec un doctorat qui disposent également d'un diplôme d'école d'ingénieur.

²Nous utilisons plusieurs définitions d'inséré dans ce papier, mais nous focalisons surtout sur des postes en CDI ou permanents (CDI ou fonctionnaire). Voir la section 5 pour plus de détails.

un processus dynamique, et possibilité que la période jusqu'au premier emploi stable soit plus long que les 5 ans d'observation de notre enquête suggère un risque de censure à droite, et donc du biais.

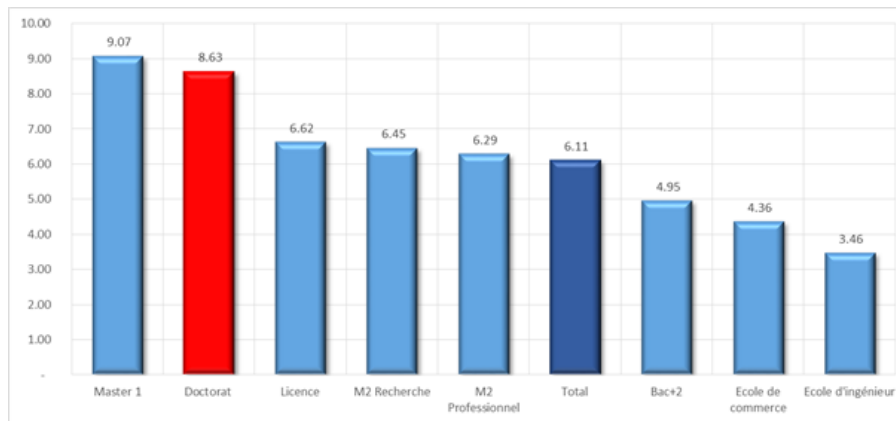
Nos résultats suggèrent que, malgré l'importance des facteurs observables et inobservables sur l'insertion des jeunes, le contenu de leur capital humain est le facteur le plus déterminant d'une insertion réussie. Ce résultat résiste quand on considère les transitions vers des emplois de R & D ou l'emploi plus généralement, que la nature de l'emploi soit classifié selon sa catégorisation officielle (en CSP) ou par sa fonction, et si on inclut ou exclut les postes de fonctionnaire.

Le reste de ce papier se structure comme suit. La prochaine section fournit des statistiques descriptives sur le taux d'insertion des diplômés de l'enseignement supérieur, se focalisant sur les docteurs et les ingénieurs, et décomposant les docteurs en trois groupes: les docteurs possédant déjà un diplôme d'ingénieur, les docteurs seuls qui ont suivi une spécialisation entreprise également par les ingénieurs, et les docteurs dont la spécialisation n'est pas suivie par les diplômés des écoles d'ingénieur. Ensuite, la section 3 détaille les spécifications économétriques de base, et la section 4 présente les résultats de l'estimation de ces modèles. La section 5 examine la robustesse de ces résultats par rapport à la désagrégation des docteurs en les trois catégories, l'inclusion ou exclusion des postes de fonctionnaire et le type de poste (R & D ou non) défini par classification officielle (CSP) ou fonctionnelle. La section 6 conclut en présentant les implications pour les politiques censées promouvoir l'insertion des docteurs et des extensions possibles.

2 Insertion des docteurs et ingénieurs

Le profil des docteurs est analysé en quatre étapes. La première souligne l'importance de la discipline pour l'insertion en comparant les taux de chômage par type de diplôme et par discipline. Certaines disciplines ou spécialités présentent des difficultés d'insertion, et ce quel que soit le niveau de diplôme (2.1). Ensuite, on démontre que l'employabilité et les préférences des docteurs eux-mêmes jouent un rôle non négligeable dans le parcours professionnel (2.2). La troisième étape affine l'analyse en comparant les ingénieurs et les docteurs dans des spécialités comparables à celles des ingénieurs (2.3). Enfin, les ingénieurs sont comparés avec des docteurs-ingénieurs (2.4). Toutes les analyses de ce papier sont menées avec l'enquête « Génération 2004 » du CEREQ, un échantillon « équilibré par grands niveaux de formation et régions » des sortants du système scolaire entre octobre 2003 et octobre 2004 (Aliaga *et al.*, 2010).

Figure 1: Taux de chômage des diplômés 2004, 3 ans après le diplôme



Source: calculs des auteurs à partir de données CEREQ Génération 2004

2.1 Des taux de chômage des diplômés très différents selon les disciplines

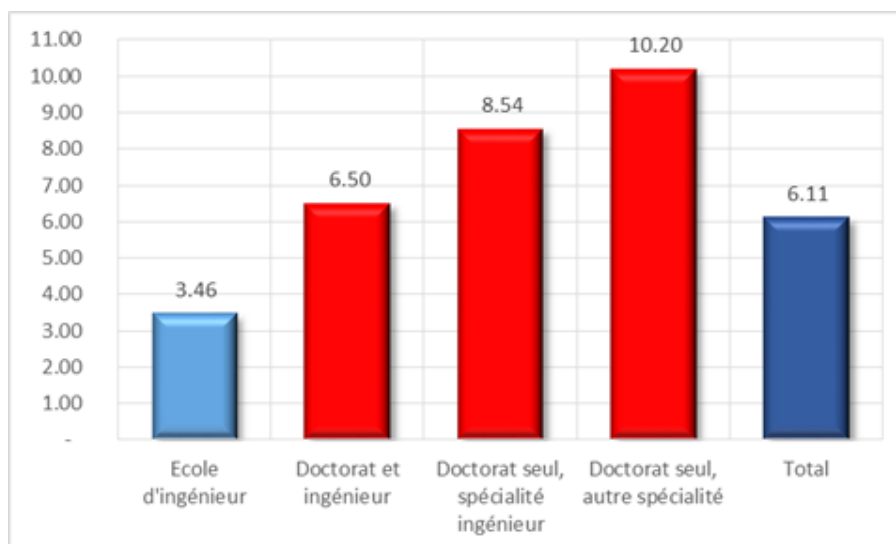
La figure 1 indique que le taux de chômage des jeunes docteurs est 2,5 fois plus élevé que celui des ingénieurs. Il est aussi plus élevé que celui des diplômés d'écoles de commerce, de master 2, et de licence.

La figure 2 permet de distinguer trois cas. Les docteurs dont la spécialité n'est pas commune avec celle des ingénieurs présentent le taux de chômage à 3 ans le plus élevé (10,2 %). Les docteurs dont la spécialité est commune avec les ingénieurs ont un taux de chômage à 3 ans de 8,5% et les ingénieurs-docteur de 6,5%. Ce taux reste supérieur au taux de chômage des ingénieurs (3,5%). Rappelons que les docteurs-ingénieurs ont en moyenne 3 ans de plus que les ingénieurs n'ayant pas poursuivi en doctorat au moment où ils se présentent sur le marché du travail. Ceci pourrait être dû soit à une demande moins importante pour le type de capital humain dont dispose les docteurs, soit d'un processus de recherche d'emploi moins efficace pour les docteurs, soit d'un salaire de réserve plus élevé des docteurs.

Afin d'explorer le rôle des spécialités, on commence par l'analyse du taux de chômage à 3 ans après la sortie des études en se limitant aux domaines d'études doctorales choisies par les ingénieurs qui ont opté à poursuivre leurs études avec un doctorat. Le tableau 1 présente les extrêmes de la distribution du taux de chômage pour les sortants de l'enseignement supérieur, tous diplômes confondus. Il indique notamment que la chimie et les sciences de la vie présentent des taux de chômage élevés à 3 ans pour tous les diplômés. A l'inverse, les diplômés dans le domaine de la santé ne connaissent quasiment pas le chômage. Les domaines de l'automatisme/robotique, de l'informatique et de l'électronique sont aussi très porteurs. La forte disparité des taux de chômage par discipline pourrait refléter des différences dans la manière dont les employeurs valorisent les différences de contenu des études.

Le tableau 2 présente de façon complémentaire les extrêmes de la distribution du taux de chô-

Figure 2: Taux de chômage des ingénieurs et des docteurs en 2007, 3 ans après le diplôme



Source : calculs des auteurs à partir de données CEREQ Génération 2004

Table 1: Taux de chômage pour l'ensemble des diplômés du supérieur par spécialités des docteurs-ingénieurs

Spécialités des docteurs-ingénieurs		Taux de chômage
Les 5 plus élevés	Chimie	13,8%
	Sciences de la vie	8,6%
	Énergie, génie climatique	7,5%
	Physique	6,8%
	Économie	6,6%
Les 5 plus faibles	Informatique, traitement de l'information, réseaux de transmission des données	4,4%
	Électricité, électronique (non c. automatismes, productique)	4,2%
	Géographie	4,0%
	Technologies de commandes des transformations industrielles (automatismes et robotique industriels, informatique industrielle)	3,3%
	Santé	1,4%

Source : calculs des auteurs à partir de données CEREQ Génération 2004

NB: ne sont prises en compte que les spécialités comptant un minimum de 60 observations.

mage pour les sortants de l'enseignement supérieur dont la spécialité n'est pas commune avec celle des docteurs-ingénieurs. Là encore, les grands écarts des taux de chômage semble refléter la demande du marché du travail, avec un taux de chômage très faible pour certaines spécialités en sciences sociales et très élevé pour les disciplines artistiques.

Table 2: Taux de chômage pour l'ensemble des diplômés du supérieur pour les autres spécialités

Spécialités non communes avec celles des docteurs-ingénieurs		Taux de chômage
Les 5 plus élevés	Musique, arts du spectacle	13,9%
	Spécialités pluridisciplinaires sciences humaines et droit	10,8%
	Autres disciplines artistiques et spéc. artist. plurivalentes	10,7%
	Agro-alimentaire, alimentation, cuisine	9,7%
	Commerce, vente	9,6%
Les 5 plus faibles	Sciences sociales (y.c. démographie, anthropologie)	5,3%
	Travail social	5,3%
	Animation culturelle, sportive et de loisirs	4,9%
	Français, littérature et civilisation française	3,2%
	Spécialités plurivalentes de l'agronomie et de l'agriculture	1,4%

Source : calculs des auteurs à partir de données CEREQ Génération 2004

NB: ne sont prises en compte que les spécialités comptant un minimum de 60 observations.

Le rapprochement des taux de chômage des docteurs et celui d'autres types de diplômés souligne donc deux caractéristiques importantes. Premièrement, le fait que les docteurs ingénieurs s'insèrent mieux que d'autres docteurs et, deuxièmement, le fait que la discipline du diplôme apparaît déterminante pour l'insertion. Il reste à examiner les interactions possibles entre choix de spécialité et type de diplôme, notamment ingénieur, docteur-ingénieur et docteur seul (avec la même spécialité qu'un docteur -ingénieur ou non).

2.2 Les préférences des docteurs et leur insertion professionnelle

Un autre explication possible pour la mauvaise insertion relative des docteurs pourrait être un processus de recherche peu efficace. Si les docteurs visent un ensemble de postes particulièrement limité, ils pourraient passer plus de temps à chercher un emploi qui valorise leurs compétences. Il est donc utile d'examiner les préférences des docteurs au moment de la thèse.

Le tableau 3 indique les préférences professionnelles des diplômés au moment de la soutenance³. Près des trois quarts des docteurs souhaitent travailler dans le secteur public, essentiellement dans la recherche. Cette préférence pour la recherche publique n'est que de 52% pour les docteurs-ingénieurs, mais de 69% pour les docteurs de spécialités ingénieurs et de

³Les informations sur les projets professionnels ne sont pas disponibles pour les ingénieurs dans l'enquête Génération 2004.

87% pour les docteurs d'autres spécialités. Symétriquement, 16% des docteurs de spécialités ingénieur souhaitent travailler dans la R & D en entreprises, mais seulement 2% des docteurs d'autres spécialités.

Table 3: Projet professionnel au moment de la soutenance de thèse, en %

	Docteurs- ingénieurs	Docteur de spécialité ingénieur	Docteur autre spécialité	Total
Secteur public	53,73	71,68	88,87	74,70
<i>dont</i>				
<i>Recherche publique</i>	52,50	69,09	87,01	72,79
<i>Travailler dans le public</i>	0,57	0,64	0,53	0,60
<i>Devenir enseignant</i>	0,66	1,95	0,53	1,31
Secteur privé	43,08	24,98	9,36	22,24
<i>dont</i>				
<i>Recherche en entreprise</i>	34,97	16,26	2,01	14,05
<i>Travailler dans le privé</i>	8,11	8,72	7,35	8,19
Travailler dans la recherche	0,33	0,48	0,13	0,35
Autre	0,33	1,77	1,98	1,65
Ne sait pas, pas de préférence	2,54	1,07	0,46	1,06

Source : calculs des auteurs à partir de données CEREQ Génération 2004

Ces données peuvent traduire le « goût pour la science » des docteurs. Roach et Sauermann (2010), par exemple, a montré que les doctorants qui préfèrent un emploi en entreprise ont un « goût pour la science » plus faible et un intérêt plus fort pour les activités de développement que ceux qui préfèrent une carrière universitaire. Ils ont aussi un plus grand souci du montant de leur rémunération et de leur accès aux ressources.

Le tableau 4 fournit la distribution des ingénieurs et des docteurs trois ans après leur diplôme par type d'employeur. Les ingénieurs sont employés à plus de 90% dans le secteur privé et les docteurs-ingénieurs ou de spécialités ingénieur autour de 50%. En revanche, les docteurs d'autres spécialités ne sont employés qu'à 27% dans le secteur privé. De plus c'est pour eux que l'écart entre le type d'employeur souhaité au moment de la soutenance et l'employeur effectif est le plus grand⁴. Les docteurs-ingénieurs sont ceux dont l'insertion professionnelle correspond le mieux à leur souhait : ils souhaitaient travailler dans le privé à 43% et le font effectivement à 49,5%. Les docteurs de spécialités ingénieur travaillent deux fois plus fréquemment dans le secteur privé que ce n'était leur souhait initial et les docteurs d'autres spécialités plus de trois fois plus fréquemment. Il est possible que cet écart traduise un renoncement à

⁴Etant donnée que les projets professionnels sont mesurés trois ans après la soutenance, il est possible que ces variables souffrent de biais de rationalisation ex-post, et les écarts entre les projets et la réalité doivent ainsi être interprétés avec prudence.

trouver un emploi dans la recherche publique après des tentatives qui ont pu s'étaler dans le temps et éventuellement entraîner des périodes de chômage.

Table 4: Emploi des diplômés selon la nature de l'employeur, en %

	Ingénieurs	Docteurs- ingénieurs	Docteur de spécialité ingénieur	Docteur autre spécialité	Total
Secteur public	7,33	49,76	46,50	73,34	24,93
<i>dont</i>					
<i>Éducation nationale</i>	3,17	34,09	24,38	62,51	14,84
<i>Autre État</i>	1,95	10,15	7,58	6,14	4,13
<i>Collectivités territoriales</i>	1,36	0,54	1,22	3,28	1,45
<i>Hôpitaux</i>	0,10	3,26	12,06	0,48	3,57
<i>Divers secteurs public</i>	0,75	1,72	1,26	0,93	0,94
Entreprise publique	1,81	0,73	0,51	0,00	1,27
Secteur privé	90,85	49,50	52,99	26,66	73,80
<i>Pour mémoire</i>					
<i>Taux de chômage</i>	3,74	7,16	6,20	10,98	5,14

Source : calculs des auteurs à partir de données CEREQ Génération 2004

2.3 Le profil des docteurs de spécialités ingénieur et celui des ingénieurs

Le tableau 5 détaille les différences de profil entre les docteurs et les ingénieurs. Il calcule le pourcentage de biais que présentent les docteurs pour les différentes caractéristiques. Le biais est la différence standardisée entre moyennes. Ainsi, un biais de 21,5% entre les taux moyens de chômage doit être interprété comme la différence des taux, compte tenu des écarts-type des échantillons.

La première différence a déjà été relevée puisqu'il s'agit du taux de chômage 3 ans après l'obtention du diplôme : il est significativement plus élevé chez les docteurs. Trois autres différences sont en fait plus nettes selon l'indicateur du biais.

1. L'âge est de 4 ans plus élevé pour les docteurs au moment du diplôme. L'écart s'explique sans doute essentiellement par la durée de la préparation de la thèse.
2. 59% des docteurs sont des hommes, contre près de 75% des ingénieurs, soit un biais de 34%.
3. Si la mention très bien n'est pas discriminante, l'absence de mention est bien plus fréquente chez les docteurs que chez les ingénieurs. A l'inverse la mention « bien » est sensiblement plus fréquente chez les ingénieurs. Au total, 64% des ingénieurs avaient obtenu une mention bien ou assez bien contre 54% des docteurs de spécialité ingénieur. Ceci peut

Table 5: Caractéristiques des docteurs de spécialités communes avec les ingénieurs et des ingénieurs, 3 ans après le diplôme

Variables		Docteur spécialité ingénieur	Ingénieur	% biais pour le docteur	t	p > t
	Taux de Chômage	8,54%	3,46%	21,50	4,78	0,000
Homme		59,14%	74,89%	-34,00	-7,68	0,000
Age		28,258	23,96	265,00	58,88	0,000
	Non, aucune ou passable	41,32%	29,43%	25,10	5,67	0,000
Mention au Bac	Oui, assez bien	36,75%	40,72%	-8,10	-1,86	0,064
	Oui, bien	17,02%	24,97%	-19,60	-4,50	0,000
	Oui, très bien	4,91%	4,89%	0,10	0,03	0,979
	Ouvrier	11,17%	7,79%	11,50	2,60	0,009
	Employé	11,00%	12,23%	-3,80	-0,88	0,380
	Technicien, agent de maîtrise,	9,39%	13,64%	-13,30	-3,06	0,002
CSP Père	VRP, prof. intermédiaire					
	Cadre, ingénieur, prof. libérale, professeur	46,62%	48,70%	-4,20	-0,95	0,342
	Artisan, commerçant, chef d'entreprise	9,98%	8,33%	5,70	1,30	0,195
	Agriculteur	2,88%	3,79%	-5,10	-1,17	0,244
	NSP	8,97%	5,52%	13,30	2,99	0,003
	Ouvrier	6,43%	6,06%	1,50	0,35	0,729
	Employé	37,65%	41,88%	-8,70	-1,97	0,049
	Technicien, agent de maîtrise,	8,46%	7,47%	3,70	0,83	0,406
CSP mère	VRP, prof. intermédiaire					
	Cadre, ingénieur, profession libérale, professeur	30,37%	29,55%	1,80	0,41	0,681
	Artisan, commerçant, chef d'entreprise	3,72%	3,46%	1,40	0,32	0,752
	Agriculteur	1,61%	1,52%	0,70	0,17	0,866
	NSP	11,76%	10,07%	5,40	1,23	0,218

Source : calculs des auteurs à partir de données CEREQ Génération 2004

Lecture : Les deux dernières colonnes testent la significativité du biais : la colonne t donne la valeur du test **t-student** et la colonne **p>|t|** la probabilité que le biais soit nul. Pour le biais correspondant au taux de chômage de 21,5%, le test prend la valeur de 4,78, ce qui représente une probabilité inférieure à 1% qu'il soit nul. Dans ce cas, la différence de moyennes est statistiquement très significative.

NB: Le biais est égale à cent fois la différence standardisée entre les moyennes, soit $\frac{100(\mu_1 - \mu_0)}{\sqrt{\frac{s_1^2 + s_0^2}{2}}}$.

s'expliquer par la sélection à l'entrée des écoles d'ingénieurs : ce sont les bons élèves de profil scientifique qui tendent à s'orienter vers les études d'ingénieurs. L'absence de différence significative pour les mentions très bien pourrait s'expliquer par le fait que les meilleurs élèves très motivés par une formation universitaire et/ou la recherche peuvent s'orienter vers la recherche (éventuellement avec une école autre qu'ingénieur, telle que l'École Normale Supérieure).

Le tableau 6 identifie les différences significatives entre les spécialités choisies par les docteurs ayant une spécialité commune avec celle des ingénieurs et les spécialités des ingénieurs. Les spécialités sont présentées par ordre décroissant de biais pour les docteurs (les spécialités qu'ils choisissent beaucoup plus que les ingénieurs figurent en haut du tableau).

Les trois spécialités pour lesquelles le biais est le plus élevé sont aussi des spécialités pour lesquelles le taux de chômage des jeunes docteurs est parmi les plus élevés.

1. Les Sciences de la vie sont choisies par 17% des docteurs et 0.3% des ingénieurs.
2. La Chimie est choisie par 13% des docteurs et 1% des ingénieurs.
3. La Physique est choisie par 11% des docteurs et 3% des ingénieurs.

Le tableau 7 permet de synthétiser les différents résultats précédents. Il montre que si l'on crée des sous-populations qui neutralisent les mentions au bac, l'écart de taux de chômage entre ingénieurs et docteurs devient statistiquement non significatif. Or, même sans les trois spécialités les plus différenciés, l'écart entre le taux de chômage pour les docteurs spécialité ingénieur et les ingénieurs reste significatif. Ces résultats suggèrent que la source principale des différences entre les taux de chômage réside non pas dans le niveau des diplômés mais plutôt dans le contenu de leur capital humain, tant que ce dernier est lié à la spécialité d'études choisie.

Ces différentes analyses statistiques fournissent trois résultats principaux concernant le lien entre le taux de chômage des jeunes docteurs et leur profil.

Premièrement, le taux de chômage est très sensible à la spécialisation disciplinaire du docteur. Trois spécialisations sont associées à un fort différentiel de taux de chômage entre docteurs de spécialités ingénieur et ingénieurs : chimie, physique et sciences de la vie. Ce premier résultat confirme le fort impact de la discipline déjà visible sur les données d'ensemble du taux de chômage des diplômés (tableaux 1 et 2).

Deuxièmement, l'analyse suggère une interprétation alternative à l'hypothèse d'une discrimination à l'encontre des femmes. Les femmes scientifiques privilégient les spécialités Chimie et Sciences de la vie, qu'elles soient docteurs, ingénieurs-docteurs ou ingénieurs (58% contre 30% pour toutes les autres disciplines pertinentes confondues). A l'inverse, la Physique n'est choisie que par 17% des femmes scientifiques. Il semble ainsi que les choix disciplinaires plutôt

Table 6: Spécialités des docteurs de spécialité ingénieur et des ingénieurs

Variables	Docteur spécialité ingénieur	Ingénieur	% biais	<i>t</i>	<i>p</i> > <i>t</i>
Sciences de la vie	17.01%	0.33%	62.10	13.37	0.000
Chimie	13.20%	0.97%	49.00	10.63	0.000
Physique	10.83%	3.03%	31.10	6.85	0.000
Économie	4.91%	0.43%	28.00	6.08	0.000
Sciences de la terre	4.74%	0.65%	25.40	5.55	0.000
Mathématiques	4.65%	0.97%	22.40	4.91	0.000
Sciences naturelles (biologie-géologie)	2.12%	0.11%	19.20	4.15	0.000
Physique-chimie	2.37%	0.33%	17.80	3.88	0.000
Géographie	1.69%	0.22%	15.20	3.31	0.001
Chimie-Biologie, biochimie	0.93%	0.11%	11.50	2.49	0.013
Communication	0.68%	1.08%	-4.30	-1.00	0.316
Spécialités pluri-scientifiques	0.09%	0.33%	-5.30	-1.26	0.209
Aménagement du territoire, développement, urbanisme	0.34%	0.87%	-6.80	-1.60	0.111
Informatique, traitement de l'information, réseaux	6.77%	8.87%	-7.80	-1.80	0.072
Technologies de commandes (automatismes, robotique)	3.30%	5.20%	-9.40	-2.17	0.030
Énergie, génie climatique (y c. énergie nucléaire)	0.34%	1.08%	-8.90	-2.09	0.037
Spécialités pluri-technologiques, génie civil, construction	0.17%	1.19%	-12.40	-2.97	0.003
Mines et carrières, génie civil, topographie	0.42%	2.71%	-18.50	-4.40	0.000
Transformations chimiques (y c. pharmaceutique)	0.68%	3.46%	-19.70	-4.67	0.000
Spécialités pluri-technologiques mécaniques-électricité	0.42%	3.79%	-23.60	-5.65	0.000
Spécialités pluri-technologiques des transformations	0.17%	3.36%	-24.40	-5.89	0.000
Électricité, électronique (non c. automatismes, productique)	2.45%	11.80%	-36.90	-8.75	0.000
Mécanique générale et de précision, usinage	0.09%	7.04%	-38.20	-9.26	0.000
Technologies industrielles fondamentales (génie indus.)	2.03%	17.42%	-53.80	-12.86	0.000

Source : calculs des auteurs à partir de données CEREQ Génération 2004

Lecture : Voir tableau 5.

Table 7: Taux de chômage à 3 ans par sous-groupe

Docteur		% biais	<i>t</i>	<i>p > t </i>
spécialité ingénieur	Ingénieur			
<i>Taux globale, toutes spécialités et mentions confondues</i>				
8,55%	3,46%	21,5	4,780	0,000
<i>Hors spécialités Chimie, Sciences de la vie, Physique</i>				
5,74%	3,17%	12,5	2,510	0,012
<i>Avec Mention au bac = très bien uniquement</i>				
3,45%	4,44%	-5,1	-0,260	0,798
<i>Hors spécialités Chimie, Sciences de la vie, Physique</i>				
<i>et avec Mention au bac = très bien</i>				
4,88%	4,55%	1,6	0,070	0,943

Source : calculs des auteurs à partir de données CEREQ Génération 2004

Lecture : Voir tableau 5.

que le genre expliquent le différentiel de taux de chômage entre hommes et femmes docteurs, mais une analyse conditionnelle (see section 4).

Troisièmement, les mentions au bac peuvent jouer un rôle de signal de la qualité du diplômé, réduisant les incertitudes de l'employeur lors de l'embauche. Le diplôme d'ingénieur suppose que le diplômé a subi une sélection forte au début de son cursus, puis une formation dont le contenu est assez bien connu.

2.4 Le profil des docteurs - ingénieurs versus celui des ingénieurs

Comme une partie des différences entre docteurs et ingénieurs peut être lié aux caractéristiques inobservés qui distinguent les personnes prédisposés à poursuivre des études d'ingénieur et les autres, le tableau 8 mesure les différences de profil entre les docteurs-ingénieurs et les ingénieurs.

Le différentiel de taux de chômage en défaveur des docteurs-ingénieurs reste statistiquement significatif. Par contre, à l'opposé de l'analyse ci-dessus (section 2.2), on ne mesure plus de biais statistiquement significatif en ce qui concerne le genre. Autrement dit, les femmes ne sont pas plus représentées dans l'ensemble des docteurs-ingénieurs que dans celui des ingénieurs. Le résultat concernant les profils scolaires est à nuancer : même si les ingénieurs ont significativement plus de mentions bien au baccalauréat que les docteurs de seuls avec spécialité d'ingénieur (tableau 5), les docteurs-ingénieurs ont significativement plus de mentions bien et très bien au bac que les ingénieurs qui ne poursuivent pas leurs études jusqu'au niveau doctorat. Les docteurs-ingénieurs apparaissent ainsi comme ayant été des élèves particulièrement bons jusqu'au bac.

Le tableau 9 est construit comme le tableau 6 afin de mesurer les différences en termes de

Table 8: Caractéristiques des docteurs-ingénieurs et des ingénieurs

	Variables	Docteur ingénieur	Ingénieur	% biais docteur- ingénieur	<i>t</i>	<i>p</i> > <i>t</i>
	Taux de Chômage	6,50%	3,46%	14,00	2,14	0,033
Homme		72,76%	74,89%	-4,80	-0,68	0,497
Age		27,83	23,96	264,20	40,26	0,000
	Non, aucune ou passable	14,63%	29,43%	-36,20	-4,72	0,000
Mention au Bac	Oui, assez bien	36,99%	40,72%	-7,60	-1,06	0,290
	Oui, bien	32,11%	24,97%	15,80	2,26	0,024
	Oui, très bien	16,26%	4,89%	37,60	6,19	0,000
	Ouvrier	3,25%	3,79%	-2,90	-0,40	0,692
	Employé	5,29%	8,33%	-12,10	-1,60	0,111
CSP père	Technicien, agent de maîtrise, VRP, profession intermédiaire	53,66%	48,70%	9,90	1,38	0,167
	Cadre, ingénieur, profession libérale, professeur	9,76%	12,23%	-7,90	-1,07	0,284
	Artisan, commerçant, chef d'entreprise	7,32%	5,52%	7,30	1,06	0,288
	Agriculteur	9,76%	7,79%	6,90	1,00	0,319
	NSP	10,98%	13,64%	-8,10	-1,10	0,272
	Ouvrier	1,22%	1,52%	-2,50	-0,34	0,731
	Employé	3,25%	3,46%	-1,20	-0,16	0,871
CSP mère	Technicien, agent de maîtrise, VRP, profession intermédiaire	38,62%	29,55%	19,20	2,73	0,006
	Cadre, ingénieur, profession libérale, professeur	33,33%	41,88%	-17,70	-2,44	0,015
	Artisan, commerçant, chef d'entreprise	8,13%	10,07%	-6,70	-0,91	0,362
	Agriculteur	6,10%	6,06%	0,20	0,02	0,983
	NSP	9,35%	7,47%	6,80	0,97	0,330

Source : calculs des auteurs à partir de données CEREQ Génération 2004

Lecture : Voir tableau 5.

spécialisation entre docteurs-ingénieurs⁵ et ingénieurs. Les spécialités sont classées par ordre décroissant d'importance relative pour les ingénieurs (% biais).

Table 9: Spécialités des diplômés des docteurs-ingénieurs et des ingénieurs

Variables	Docteur		% biais	t	p > t
	ingénieur	Ingénieur			
Physique	24,79%	3,03%	66,10	12,06	0,000
Chimie	13,03%	0,97%	48,50	9,43	0,000
Sciences de la terre	5,46%	0,65%	28,20	5,28	0,000
Sciences de la vie	4,62%	0,33%	27,90	5,48	0,000
Sciences naturelles (biologie-géologie)	2,12%	0,11%	19,20	4,15	0,000
Physique-chimie	2,52%	0,33%	18,60	3,46	0,001
Technologies de commandes (automatismes et robotique)	10,08%	5,20%	18,50	2,80	0,005
Mathématiques	3,36%	0,97%	16,40	2,74	0,006
Informatique, traitement de l'information, réseaux	13,03%	8,87%	13,30	1,93	0,054
Chimie-Biologie, biochimie	0,84%	0,11%	10,70	1,99	0,047
Économie	1,26%	0,43%	9,00	1,47	0,141
Énergie, génie climatique (y c. nucléaire)	1,26%	1,08%	1,70	0,23	0,816
Spécialités pluri-scientifiques	0,42%	0,33%	1,60	0,22	0,823
Spécialités pluri-technologiques mécaniques-électricité	2,94%	3,79%	-4,70	-0,62	0,533
Communication	0,42%	1,08%	-7,70	-0,94	0,347
Mines et carrières, génie civil, topographie	1,26%	2,71%	-10,40	-1,30	0,195
Santé	0,42%	1,52%	-11,20	-1,33	0,182
Transformations chimiques (y.c. pharma.)	1,68%	3,46%	-11,30	-1,42	0,157
Spécialités pluri-technologiques, génie civil, construction	0,17%	1,19%	-12,40	-2,97	0,003
Spécialités pluri-technologiques des transformations	0,84%	3,36%	-17,60	-2,08	0,037
Électricité, électronique (non c. automatismes, productique)	3,36%	11,80%	-32,30	-3,88	0,000
Mécanique générale et précision, usinage	0,09%	7,04%	-38,20	-9,26	0,000
Technologies industrielles fondamentales (génie industriel)	3,78%	17,42%	-45,40	-5,37	0,000

Source : calculs des auteurs à partir de données CEREQ Génération 2004

Lecture : Voir tableau 5.

La distribution des spécialités des docteurs-ingénieurs diffère significativement celle des ingénieurs sans doctorat. Les deux spécialités les plus choisies par les ingénieurs sont le génie industriel et l'électricité/électronique, qui sont à l'inverse très peu choisies par les docteurs-ingénieurs. De même pour la quatrième spécialité des ingénieurs, la mécanique générale. Les troisième et cinquième spécialités les plus fréquentes chez les ingénieurs, l'informatique et les technologies de commande, sont en revanche encore plus choisies par les docteurs-ingénieurs.

⁵La spécialité des docteurs-ingénieurs est renseignée selon la spécialité de la thèse, et non pas celle des études d'ingénieur, car l'enquête Génération 2004 ne fournit des informations que pour le plus haut diplôme obtenu.

Les spécialités qui sont relativement beaucoup plus choisies par les docteurs-ingénieurs (biais positif) correspondent à celles qui souffrent de taux de chômage élevés : la physique (biais de 66%), la chimie (48,5%) et les sciences de la vie (27,9%). Si on se limite à un sous-échantillon qui élimine les diplômés de spécialité Physique, Chimie et Sciences de la vie, l'écart de taux de chômage entre les docteurs-ingénieurs et les ingénieurs devient statistiquement non significatif (tableau 10).

Table 10: Taux de chômage par sous-populations

Groupe	Docteur		% biais	<i>t</i>	<i>p</i> > <i>t</i>
	ingénieur	Ingénieur			
Toutes spécialités	6,50%	3,46%	14,00	2,14	0,033
Hors diplômés Chimie, Physique et Sciences de la vie	2,92%	3,17%	-1,40	-0,15	0,877

Source : calculs des auteurs à partir de données CEREQ Génération 2004

Lecture : Voir tableau 5.

Cet ensemble de résultats renforce le besoin de contrôler les caractéristiques qui peuvent affecter le choix de spécialité⁶, afin de pouvoir séparer le rôle du diplôme du rôle des autres caractéristiques qui pourrait affecter l'insertion. Clairement, les individus détenteurs de diplôme dans les spécialités de chimie, physique et sciences de la vie ont plus du mal à s'insérer et ces spécialités sont sur-représentées parmi les docteurs (par rapport aux ingénieurs), mais comme les docteurs ont des caractéristiques différents des ingénieurs sur d'autres dimensions aussi, il est important à contrôler l'ensemble des caractéristiques afin de pouvoir identifier laquelle/lesquelles est/sont à l'origine des difficultés d'insertion.

3 Spécification économétrique

L'insertion des diplômés du supérieur est analysé via les modèles de durée (Lancaster, 1990) du type hasard proportionnel. Cette approche, qui consiste en l'estimation des déterminants d'un fin plus ou moins rapide d'une épisode (ici le laps de temps entre la fin des études et le début du premier contrat de durée indéterminée⁷), est particulièrement adapté à l'analyse de l'insertion sur le marché du travail. En effet, l'insertion sur le marché du travail est 1) un événement dont la durée est strictement positive et stochastique, 2) peut être affecté par les caractéristiques observables et inobservables, mais pourrait aussi avoir un aspect de dépendance strictement temporelle, et 3) pourrait ne pas aboutir avant la fin de la période d'observation. L'annexe A présente un rappel des modèles de durée; cette section précise les hypothèses faites dans le cadre des modèles estimés dans ce papier.

⁶La littérature sur le choix des spécialités est relativement peu développé; voir Altonji *et al.* (2012, 2014); Beffy *et al.* (2012).

⁷Une deuxième définition de la fin de la période d'insertion, qui inclut des postes de fonctionnaire avec les contrats de durée indéterminé (appelé des postes "permanentes"), sera également exploré.

Afin de permettre la prise en compte de l'hétérogénéité inobservée et d'analyser les durées jusqu'à l'insertion quantitativement, ce papier estime des modèles de durée paramétrique avec un hasard de base constant par morceau⁸. Le modèle de base fait dépendre la vitesse d'insertion exclusivement des caractéristiques observables; la prise en compte de l'hétérogénéité inobservée est faite dans un deuxième temps selon l'approche de Heckman et Singer (1984b). Le modèle prend en compte explicitement le fait que l'enquête Génération 2004 ne mesure les durées qu'en nombre de mois, et non pas en temps continu.

L'utilisation d'une fonction de hasard de base constant par morceaux nécessite qu'on précise les intervalles pendant lesquelles la fonction de hasard de base est supposée constante, étant donné que la fonction peut changer de valeur entre morceaux. Les morceaux sont définis pour permettre une granularité trimestrielle mais en s'assurant un nombre suffisant de sorties pendant chaque morceau pour des fins d'identification. Ainsi, la fonction de hasard de base est supposée constante sur les intervalles suivantes (en mois): (0-12], (12-15], (15-18], (18-21], (21-24], (24-27], (27-30], (30-33], (33-36], (36-41], (41-∞).

Le facteur de proportionnalité qui multiplie la fonction de hasard de base dépend d'un ensemble de variables caractérisant l'environnement familial de l'individu, son environnement à sa sortie du système scolaire, et des spécificités de son parcours scolaire. Plus précisément, l'estimation mesure les effets des variables suivantes: diplôme (10 niveaux)⁹, sexe, né en France, âge de fin d'études, si la personne a sauté une classe avant la sixième, si elle est arrivée en sixième ayant redoublé, si elle n'a pas fait de sixième, si elle a obtenu une mention assez bien au baccalauréat, si elle a obtenu une mention bien au baccalauréat, si elle a obtenu une mention très bien au baccalauréat, spécialité pendant les études (12 spécialités, dont chimie, physique et sciences de la vie), région de l'établissement des études (22 régions), catégorie socioprofessionnelle du père (7 niveaux) et catégorie socioprofessionnelle de la mère (7 catégories).

Pendant la période couverte par l'enquête Génération 2004, il y avait trois réformes importantes du dispositif jeunes docteurs du crédit impôt recherche (voir l'annexe B). Ces réformes prenaient effet les 1 janvier 2004, 1 janvier 2006 et 1 janvier 2008. Comme un individu est éligible à participer à l'enquête s'il est observé sorti du système scolaire entre novembre 2003 et janvier 2005, et comme les individus sont suivis pour une durée allant jusqu'au 60 mois, toutes les réformes sont visibles dans les données. L'estimation propose deux séries de modèles, les premiers qui ignorent le rôle du DJD, et les deuxièmes qui prennent en compte des réformes. Pour ce deuxième ensemble de modèles, le régime du DJD qui est en effet pendant la période d'insertion est traité comme une variable pouvant varier dans le temps. Avec le hasard de base, celle-ci est la seule variable parmi celles qu'on a retenues qui peut varier dans le temps. Il est

⁸Pour comparaison, des modèles semi-paramétriques sont également présentés en annexe.

⁹On considère séparément les diplômes suivantes: baccalauréat + 2, licence, master 1, école de commerce, master 2 professionnel, master 2 recherche, ingénieur (seul), docteur avec diplôme d'ingénieur aussi, docteur (seul) dans une spécialité suivi par les ingénieurs qui poursuivent en thèse, et docteur dans une spécialité non-ingénieur.

possible que certains individus, notamment des docteurs¹⁰, retardent leur sortie afin de pouvoir bénéficier des avantages des réformes. Si ceci est le cas, le moment ou la variable de régime change deviendrait endogène. Bien que l'estimation contrôle la possibilité d'un effet différencié des réformes selon le niveau du diplôme (ingénieur et les trois types de docteur), ceci est un raison de plus de contrôler pour la présence d'hétérogénéité inobservée.

Comme indiqué, le modèle contrôle pour l'hétérogénéité inobservée selon la technique proposée par Heckman et Singer (1984b). Bien que cette technique est "nonparamétrique" en raison de la possibilité à faire tendre le nombre de points de support de la distribution d'hétérogénéité vers l'infini, en général ce type de modèle ne converge pas dans la pratique avec un nombre de points de support supérieur à deux. Ainsi, nous supposons deux points de support pour la distribution de l'hétérogénéité inobservée.

4 Résultats de base

Cette section présente les résultats de l'estimation des modèles décrits dans la section 3. Dans un premier temps, on présente les modèles sans prise en compte des réformes du DJD, en comparant les modèles semi-paramétriques aux modèles paramétriques avec hasard de base constant par morceaux, et en distinguant les sorties vers des CDI des sorties vers des emplois permanents (CDI et fonctionnaire). Ces modèles se rapprochent le plus aux statistiques descriptives, mais en contrôlant les différences des caractéristiques observables entre les ingénieurs et docteurs. Dans un deuxième temps, on introduit les variables de contrôle pour les réformes du dispositif DJD. Enfin, on présente les modèles avec contrôle pour les réformes du DJD et de l'hétérogénéité inobservée.

4.1 Modèles simples sans contrôle pour les réformes DJD ni hétérogénéité inobservée

Les colonnes 1 et 2 du tableau 11 présente les résultats de l'estimation du modèle simple de la vitesse de sortie vers des emplois en CDI. La comparaison des colonnes 1 et 2 montre que l'hypothèse d'un hasard de base constant par morceaux ne semble pas introduire de biais de spécification dans les estimateurs des autres coefficients des modèles. En effet, la comparaison des résultats des modèles semi-paramétrique de Cox et les modèles constant par morceaux montre que, dans l'absence des contrôles d'hétérogénéité inobservée, l'hypothèse d'un hasard de base

¹⁰On note, par exemple, que pour tous les diplômes jusqu'au doctorat, quarante pourcent ou plus des sorties sont concentrées sur un seul mois dans l'intervalle novembre 2003-janvier 2005. Or, parmi les docteurs, la distribution des sorties sur les quinze mois de sortie possible est beaucoup plus uniforme, avec le plus grand pic de sortie étant en janvier 2005, quand 22 pourcent des docteurs hors spécialité ingénieur ont été vu pour le premier fois en dehors du système.

constant par morceaux faite ici pour permettre la prise en compte de l'hétérogénéité inobservée n'a pas de coût important en termes de biais sur d'autres coefficients du modèle.

Table 11: Effet de l'éducation sur la vitesse de sortie, sans hétérogénéité inobservée

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	CDI				Permanent			
	Sans reformes		Avec reformes		Sans reformes		Avec reformes	
	Cox	Constant par morceaux	Cox	Constant par morceaux	Cox	Constant par morceaux	Cox	Constant par morceaux
Licence	-0.2832*** (0.0427)	-0.2835*** (0.0427)	-0.2843*** (0.0427)	-0.2848*** (0.0427)	0.0043 (0.0364)	0.0071 (0.0364)	0.0032 (0.0364)	0.006 (0.0364)
Master 1	-0.1909*** (0.0480)	-0.1895*** (0.0480)	-0.1887*** (0.0480)	-0.1873*** (0.0480)	-0.05 (0.0425)	-0.0475 (0.0425)	-0.049 (0.0425)	-0.0459 (0.0425)
Ecole de commerce	0.9763*** (0.0753)	0.9887*** (0.0753)	0.9806*** (0.0753)	0.9929*** (0.0753)	0.8318*** (0.0736)	0.8538*** (0.0736)	0.8318*** (0.0737)	0.8546*** (0.0737)
M2 professionnel	0.2214*** (0.0454)	0.2276*** (0.0454)	0.2299*** (0.0456)	0.2360*** (0.0456)	0.1671*** (0.0422)	0.1728*** (0.0422)	0.1720*** (0.0423)	0.1787*** (0.0423)
M2 Recherche	-0.2680*** (0.0865)	-0.2669*** (0.0865)	-0.2654*** (0.0865)	-0.2644*** (0.0865)	-0.1773** (0.0757)	-0.1774** (0.0757)	-0.1760** (0.0757)	-0.1757** (0.0757)
Ingénieur seul	0.6178*** (0.0541)	0.6308*** (0.0541)	-17.7165*** (0.7108)	-15.0956 (6698.1568)	0.4782*** (0.0517)	0.4968*** (0.0516)	-18.2800*** (0.7101)	-14.1674 (4221.5499)
Doctorat et ingénieur	-0.123 (0.1387)	-0.1198 (0.1387)	-19.5634*** (0.7159)	-14.9332 (2415.2629)	0.0592 (0.1112)	0.0599 (0.1112)	-20.2188*** (0.7142)	-14.1029 (1508.4032)
"Doctorat seul, "spéc. ingénieur	-0.4353*** (0.0815)	-0.4364*** (0.0815)	0.7089 (0.8390)	0.7497 (0.8389)	-0.3226*** (0.0686)	-0.3280*** (0.0686)	0.7931 (0.8183)	0.8466 (0.8183)
"Doctorat seul, "autre spécialité	-0.8661*** (0.1490)	-0.8638*** (0.1490)	-18.3643*** (0.2846)	-14.7397 (3522.2274)	-0.2358** (0.1020)	-0.2369** (0.1020)	-16.9544*** (0.1680)	-13.8416 (2186.2831)
Observations	72,069	72,069	72,069	72,069	72,069	72,069	72,069	72,069
Log(vraisemblance)	-62914	-16703	-62885	-16674	-77328	-19296	-77300	-19267

Ecarts-types en parenthèses. Modèles contrôlent également pour sexe, né en France, âge de fin d'études, si la personne a sauté un classe avant la sixième, si elle est arrivée en sixième ayant redoublé, si elle n'a pas fait de sixième, si elle a obtenu une mention assez bien au baccalauréat, si elle a obtenu une mention bien au baccalauréat, si elle a obtenu une mention très bien au baccalauréat, spécialité pendant les études (12 spécialités), région de l'établissement des études (22 régions), catégorie socioprofessionnelle du père (7 niveaux) et catégorie socioprofessionnelle de la mère (7 catégories). *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Les résultats du tableau 11 montrent que, toute chose (observable) égale par ailleurs, et sans prise en compte des réformes du DJD, la vitesse d'insertion dans les CDI des ingénieurs est significativement plus élevée que celle des docteurs de toute type¹¹. A l'exception des individus avec un diplôme d'une école de commerce, les ingénieurs trouvent leur emploi significativement plus rapidement que n'importe quel autre diplômé de l'enseignement supérieur. De manière encore plus remarquable, les personnes qui possèdent un diplôme d'ingénieur qui poursuivent leurs études au niveau doctorat trouvent un emploi en CDI moins rapidement que si elles n'auraient jamais fait une thèse. Les résultats du tableau 11 montrent toutefois que la spécialité suivie pendant les études de doctorat compte: les personnes qui n'ont pas un diplôme d'ingénieur, mais qui se spécialisent dans une matière choisie par des ingénieurs quand ils décident de poursuivre en thèse, s'insèrent plus vite dans un emploi en CDI que les personnes qui choisissent une autre spécialité. Ce dernier résultat s'inverse lorsqu'on inclut les postes de fonctionnaire avec les emplois en CDI (les colonnes 5 et 6), car les débouchés principaux pour les individus diplômés d'un doctorat dans une spécialité autre qu'ingénieur se trouvent dans le secteur public, notamment dans l'enseignement supérieur et la recherche publique¹².

4.2 Modèles avec contrôle pour les réformes DJD, sans hétérogénéité inobservée

L'introduction des contrôles pour les réformes du DJD change de manière importante la relation entre la vitesse de sortie des ingénieurs et des docteurs. Comme la période avant les réformes est comprise de seulement deux mois (novembre et décembre 2003), et comme il y a peu d'individus qui sont observés en dehors du système scolaire pour la première fois pendant ces mois, les coefficients dans le tableau 11 deviennent instables car elles correspondent à cette période de référence.

Le tableau 12 montre les effets des réformes, différenciés par niveau de diplôme parmi les ingénieurs et docteurs¹³. Se basant sur les résultats du modèle constant par morceaux et outre les deux mois en 2003, ces estimations confirment les résultats des modèles sans contrôle pour les réformes du DJD en 2004 et 2006, alors que les ingénieurs s'inséraient plus lentement que les docteurs-ingénieurs (p-value 0.0003) et les docteurs de spécialité ingénieur (p-value 0.1419) après la réforme de 2008. Les docteurs de spécialité autre qu'ingénieur s'inséraient toujours plus lentement que les ingénieurs après chacune des réformes, mais la différence n'était plus significative après la réforme de 2008 (p-value 0.9894).

¹¹La catégorie de référence est un diplôme du niveau baccalauréat plus 2.

¹²63,56 pourcent des premiers emplois stables trouvés dans notre fenêtre d'observation par les individus avec un doctorat dans une spécialité non choisie par les ingénieurs sont dans la fonction publique (au lieu d'un CDI normal), versus 35,45 pourcent pour les docteurs-ingénieurs et seulement 3,50 pourcent pour les ingénieurs seuls.

¹³Rappelons que les effets des réformes sont identifiés, même si elles affectent tous les individus aux mêmes dates,

Table 12: Effet des reformes du DJD sur la vitesse de sortie, sans hétérogénéité inobservée

	(1)	(2)	(3)	(4)
		CDI		Permanent
	Cox	Constant par morceaux	Cox	Constant par morceaux
Post 2004	0.3076 (0.7083)	0.3477 (0.7075)	0.7264 (0.7079)	0.5906 (0.7074)
Post 2006	0.091 (0.7119)	0.1581 (0.7111)	0.5246 (0.7108)	0.4165 (0.7103)
Post 2008	-0.0307 (0.7375)	-0.1133 (0.7317)	0.619 (0.7314)	0.2652 (0.7276)
Post 2004*Ingénieur	18.3932*** (0.7118)	15.7877 (6698.1568)	18.7926*** (0.7112)	14.7045 (4221.5499)
Post 2006*Ingénieur	18.2681*** (0.7163)	15.6456 (6698.1568)	18.7585*** (0.7152)	14.6433 (4221.5499)
Post 2008*Ingénieur	16.3102	13.7384 (6698.1568)	16.7075	12.6482 (4221.5499)
Post 2004*Docteur-Ingénieur	19.4755*** (0.7280)	14.8488 (2415.2629)	20.2734*** (0.7215)	14.1565 (1508.4032)
Post 2006*Docteur-Ingénieur	19.2874*** (0.7564)	14.6595 (2415.2629)	20.2813*** (0.7351)	14.1682 (1508.4032)
Post 2008*Docteur-Ingénieur	21.8069	17.1655 (2415.2630)	22.138	16.0629 (1508.4034)
Post 2004*Docteur-Spéc. Ingénieur	-1.3187 (0.8405)	-1.3608 (0.8405)	-1.2716 (0.8191)	-1.3335 (0.8190)
Post 2006*Docteur-Spéc. Ingénieur	-0.903 (0.8418)	-0.9384 (0.8418)	-0.8608 (0.8200)	-0.9098 (0.8200)
Post 2008*Docteur-Spéc. Ingénieur	-0.7939 (0.9038)	-0.9566 (0.9037)	-1.283 (0.8845)	-1.4512 (0.8844)
Post 2004*Docteur-Autre Spécialité	17.6518*** (0.3197)	14.029 (3522.2274)	16.7820*** (0.1911)	13.666 (2186.2831)
Post 2006*Docteur-Autre Spécialité	17.1792	13.5591 (3522.2274)	16.6288	13.5223 (2186.2831)
Post 2008*Docteur-Autre Spécialité	-25.9823	0.9957 (3643.5316)	-28.0136	0.7694 (2261.5043)

Notes: voir tableau 11. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Le résultat du tableau 12 concernant la réforme de 2008 informe sur une des explications pour l'insertion plus rapide des ingénieurs par rapport aux docteurs. Comme évoqué dans la section 2.1, il est possible que les docteurs aient un salaire de réserve plus élevé que les ingénieurs. Si la différence en productivité ne justifie pas l'écart de salaires, on s'attendrait à voir précisément ce qu'on voit, avec les ingénieurs qui s'insèrent plus rapidement que les docteurs supposés plus productifs. Les différentes réformes du DJD ont visé à réduire le coût d'embauche des docteurs relativement aux ingénieurs, et lorsque la réduction du coût est suffisamment important (comme le crédit d'impôt très important octroyé aux entreprises qui embauchent un docteur sous les conditions du DJD), l'avantage des docteurs en matière de productivité devient suffisamment attractif pour que leur insertion se fait plus rapidement que celle des ingénieurs.

4.3 Modèles avec contrôle pour les réformes DJD et hétérogénéité inobservée

Le tableau 13 montre l'impact de l'inclusion de l'hétérogénéité inobservée sur les résultats des modèles avec hasard de base constant par morceaux. Ces résultats font valoir des effets importants. Premièrement, il y a de l'hétérogénéité inobservée quantitativement significative dans les déterminants de la vitesse d'insertion. Par rapport aux individus "normaux", qui font entre 86 et 92 pourcent des individus de l'enquête Génération 2004 selon le type d'emploi concerné, les individus "rapides" ont un taux de hasard instantané entre 6 et 8,5 fois plus rapide. Par contre, les estimations montrent également que la non-prise en compte de cette hétérogénéité inobservée ne biaise pas de manière significative les résultats trouvés dans les sections 4.1 et 4.2, et donc les conclusions concernant la vitesse relative d'insertion des ingénieurs par rapport aux docteurs, et l'importance de la réforme de 2008, restent robustes à cette manière de contrôler l'hétérogénéité inobservée.

5 Robustesse

5.1 Insertion vers des postes spécifiquement R&D

L'idée que les docteurs devraient s'insérer plus rapidement que les ingénieurs suppose que le capital humain des docteurs est aussi utile que celui des ingénieurs pour autant d'employeurs, mais que les docteurs en disposent d'une plus grande quantité. Pourtant, les études supplémentaires qu'entreprennent les docteurs sont destinées à leur apprendre comment faire de la recherche. Ainsi, il est probable que les docteurs s'insèrent plus facilement dans des postes étiquetés "recherche et développement" que dans les autres.

par la variabilité dans la date de sortie du système scolaire.

Table 13: Modèle de durée, hasard de base constant par morceaux

	(1)	(2)	(3)	(4)
	CDI		Permanent	
	Sans hétérogénéité inobservée	Avec hétérogénéité inobservée	Sans hétérogénéité inobservée	Avec hétérogénéité inobservée
Ingénieur seul	-15.0956 (6698.1568)	-15.0717 (6234.7241)	-14.1674 (4221.5499)	-14.1403 (3979.7793)
Doctorat et ingénieur	-14.9332 (2415.2629)	-14.9318 (2396.7981)	-14.1029 (1508.4032)	-14.0851 (1576.7030)
Doctorat seul, spéc. ingénieur	0.7497 (0.8389)	0.7994 (0.8556)	0.8466 (0.8183)	0.8981 (0.8429)
Doctorat seul, autre spécialité	-14.7397 (3522.2274)	-14.8139 (3448.2916)	-13.8416 (2186.2831)	-13.9081 (2214.2049)
Post 2004*Ingénieur	15.7877 (6698.1568)	15.8318 (6234.7240)	14.7045 (4221.5499)	14.7666 (3979.7792)
Post 2006*Ingénieur	15.6456 (6698.1568)	15.6525 (6234.7243)	14.6433 (4221.5499)	14.64 (3979.7792)
Post 2008*Ingénieur	13.7384 (6698.1568)	13.7114 (6234.7244)	12.6482 (4221.5499)	12.6163 (3979.7795)
Post 2004*Docteur-Ingénieur	14.8488 (2415.2629)	14.8357 (2396.7982)	14.1565 (1508.4032)	14.1484 (1576.7029)
Post 2006*Docteur-Ingénieur	14.6595 (2415.2629)	14.636 (2396.7982)	14.1682 (1508.4032)	14.1609 (1576.7030)
Post 2008*Docteur-Ingénieur	17.1655 (2415.2630)	17.2036 (2396.7980)	16.0629 (1508.4034)	16.0962 (1576.7030)
Post 2004*Docteur-Spéc. Ingénieur	-1.3608 (0.8405)	-1.4851* (0.8564)	-1.3335 (0.8190)	-1.5558* (0.8423)
Post 2006*Docteur-Spéc. Ingénieur	-0.9384 (0.8418)	-1.0587 (0.8586)	-0.9098 (0.8200)	-1.0502 (0.8442)
Post 2008*Docteur-Spéc. Ingénieur	-0.9566 (0.9037)	-1.0375 (0.9199)	-1.4512 (0.8844)	-1.5410* (0.9073)
Post 2004*Docteur-Autre Spécialité	14.029 (3522.2274)	14.0005 (3448.2916)	13.666 (2186.2831)	13.582 (2214.2051)
Post 2006*Docteur-Autre Spécialité	13.5591 (3522.2274)	13.5135 (3448.2916)	13.5223 (2186.2831)	13.5399 (2214.2051)
Post 2008*Docteur-Autre Spécialité	0.9957 (3643.5316)	0.9956 (3567.3836)	0.7694 (2261.5043)	0.7693 (2294.1488)
Valeur de ν_m		1.8027*** (0.2126)		2.1406*** (0.0858)
$P(\nu = 0)$ (sortie lente)		0.9190*** (0.0320)		0.8643*** (0.0203)
Nombre d'observations	72069	72069	72069	72069
Log(vraisemblance)	-16674	-32675	-19267	-38476

Notes: voir tableau 11. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Le tableau 14 montre les résultats des estimations pour les transitions vers des postes de recherche et développement. On distingue entre les emplois de professeur parmi les postes de R & D¹⁴, car certains postes de professeur exigent un doctorant, et on considère l'impact de l'inclusion des postes de fonctionnaire parmi les postes permanents avec les postes en CDI.

Bien que le plupart des résultats décrits auparavant restent robustes à une limitation des sorties aux postes de R & D, les résultats pour les postes permanents, en incluant les professeurs, se démarquent des autres. En effet, pour quasiment tous les régimes du DJD et tous les types de docteur (sauf les docteurs seul avec spécialité ingénieur entre 2004 et 2006), les docteurs trouvent ce type de poste plus vite que les ingénieurs. Étant donné les critères d'éligibilité pour les postes de professeur, il n'est pas surprenant que les docteurs trouvent ces postes en particulier plus rapidement que les ingénieurs, mais le fait que l'impact du diplôme sur les transitions vers les postes de professeur est suffisamment important pour dominer celui des transitions vers d'autres postes en R & D (visible dans la comparaison entre colonnes 3 et 4) est remarquable. Les différences sont rarement significatives¹⁵, mais ils sont indicatif du fait que les docteurs des spécialités autre que celles choisies par les ingénieurs trouvent souvent des postes de professeur dans la fonction publique, alors que l'avantage que les ingénieurs ont sur les docteurs porte principalement sur les postes en dehors de la recherche et développement.

Un autre changement par rapport aux résultats précédents porte sur la distribution de l'hétérogénéité inobservée. En considérant que les sorties vers les emplois en R & D, on trouve des distributions de hétérogénéité inobservée beaucoup plus équilibrées, mais avec un plus forte différence entre les taux de sortie pour les individus de type "sortie rapide" par rapport aux individus du type "sortie lente". Ces effets compensent seulement en partie la baisse importante de la constante dans le vecteur de proportionnalité¹⁶ mais sont cohérents avec une stratégie de recherche où les postes de R & D sont préférés, de façon à ce que les personnes qui trouvent des emplois rapidement choisissent disproportionnellement les postes en R & D, laissant les autres postes permanents à ceux qui cherchent de manière moins efficace.

¹⁴Les postes étiquetés "recherche et développement" sont identifiées par les codes PCS suivantes: 383A (Ingénieurs et cadres d'étude recherche et développement en électricité électronique), 384A (Ingénieurs et cadres d'étude recherche et développement en mécanique et travail des métaux), 385A (Ingénieurs et cadres d'étude recherche et développement des industries de transformation (agroalimentaire, chimie, métallurgie, matériaux lourds)), 386A (Ingénieurs et cadres d'étude recherche et développement des autres industries (imprimerie, matériaux souples, ameublement et bois, énergie, eau)), 386B (Ingénieurs et cadres d'étude recherche et développement de la distribution d'énergie, eau), 386C (Ingénieurs et cadres d'étude recherche et développement des autres industries (imprimerie, matériaux souples, ameublement et bois)), et 388A (Ingénieurs et cadres d'étude recherche et développement en informatique).

¹⁵Seulement les docteurs autres spécialités en 2004 (p-value 0.0004) et en 2006 (p-value 0.0639) montrent une inversion des taux de hasard par rapport aux ingénieurs significativement différent de zéro au niveau de 10 pourcent.

¹⁶La constante est de -2.5422 pour les postes en CDI et -3.6242 pour les postes permanents dans leur ensemble, mais de -22.6534 pour les CDI en R & D avec professeurs et -30.7825 pour les postes permanents en R & D avec professeurs.

Table 14: Effet de l'éducation sur la vitesse de sortie, postes de recherche et développement

	(1)	(2)	(3)	(4)
	CDI		Permanent	
	CSP R & D, sans prof	CSP R & D, avec prof	CSP R & D, sans prof	CSP R & D, avec prof
Ingénieur seul	0.0205 (10511.3999)	0.1544 (9486.1667)	0.0734 (11523.2336)	-0.3559 (3443.3905)
Doctorat et ingénieur	-1.0631 (4765.8153)	-0.5039 (3430.6603)	-1.0720 (4719.6473)	-0.1697 (1164.2323)
Doctorat seul, spéc. ingénieur	-0.3784 (2697.7752)	0.0051 (2286.9271)	-0.4111 (2663.2181)	0.2642 (771.2941)
Doctorat seul, autre spécialité	1.0167 (6845.2603)	1.2572 (4766.7733)	1.0209 (6770.3574)	1.3605 (1733.3994)
Post 2004*Ingénieur	3.6844 (10511.4000)	3.6120 (9486.1668)	3.6336 (11523.2337)	3.9251 (3443.3906)
Post 2006*Ingénieur	4.2190 (10511.4002)	4.0787 (9486.1672)	4.1671 (11523.2339)	3.9786 (3443.3909)
Post 2008*Ingénieur	-11.0471 (10627.6949)	-10.8863 (9557.6161)	-11.0735 (11631.3212)	-139.0194
Post 2004*Docteur-Ingénieur	3.3206 (4765.8154)	3.3234 (3430.6603)	3.3194 (4719.6473)	3.8978 (1164.2323)
Post 2006*Docteur-Ingénieur	3.1161 (4765.8154)	3.8956 (3430.6606)	3.0998 (4719.6473)	4.3930 (1164.2333)
Post 2008*Docteur-Ingénieur	6.4890 (4765.8149)	6.6161 (3430.6597)	6.4238 (4719.6468)	6.8230 (1164.2355)
Post 2004*Docteur-Spéc. Ingénieur	1.5774 (2697.7750)	2.3286 (2286.9269)	1.6929 (2663.2179)	3.1444 (771.2946)
Post 2006*Docteur-Spéc. Ingénieur	2.5130 (2697.7750)	3.2418 (2286.9272)	2.5945 (2663.2180)	3.8490 (771.2958)
Post 2008*Docteur-Spéc. Ingénieur	2.9842 (2697.7749)	2.8509 (2286.9274)	3.0475 (2663.2179)	2.9149 (771.2972)
Post 2004*Docteur-Autre Spécialité	0.4063 (6845.2604)	2.5450 (4766.7735)	0.3903 (6770.3576)	3.4242 (1733.3997)
Post 2006*Docteur-Autre Spécialité	-11.9833 (6868.8360)	2.0512 (4766.7735)	-11.9875 (6793.8719)	3.0780 (1733.3999)
Post 2008*Docteur-Autre Spécialité	-10.9309 (7178.9153)	-10.8413 (5089.8881)	-10.9068 (7096.3577)	-139.2955
Valeur de ν_m	4.0748*** (0.9836)	3.8847*** (0.9217)	4.0383*** (0.9890)	13.3300 (261.6157)
$P(\nu = 0)$ (sortie lente)	0.6436** (0.0553)	0.6196** (0.0560)	0.6506*** (0.0545)	0.2595** (0.0904)
Nombre d'observations	72069	72069	72069	72069
Log(vraisemblance)	-1547	-1985	-1578	-2820

Notes: voir tableau 11. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

5.2 R&D défini par fonction plutôt que CSP

Jusqu'ici, les postes en recherche et développement sont identifiés pas leur catégorie socioprofessionnelle, alors que le capital humain de chercheur sert surtout dans des postes de *fonction* R & D. Des postes avec un titre (identifié par le CSP) de R & D peuvent n'avoir qu'un petit composant de recherche ou développement, alors que l'enquête Génération 2004 permet d'identifier la fonction à l'embauche, notamment si la fonction est «Etudes, Recherche et développement, méthodes». Cette variable n'est pas définie pour les fonctionnaires: ainsi, le tableau 15 ne présente que les résultats pour les CSP en CDI pour comparaison.

Le tableau 15 confirme les résultats du tableau 14, notamment que les postes de R & D dans le secteur privé restent dominés par les ingénieurs jusqu'à l'arrivée de la réforme de 2008 du DJD. Même si les docteurs sont typiquement un peu moins désavantagés en considérant les sorties vers des postes de fonction R & D par rapport aux postes de CSP R & D, les différences sont minimales. Pourtant, l'effet de la réforme de 2008 du DJD reste importante, et ceci malgré une certaine incertitude de la part de l'administration par rapport à la définition de R & D (titre ou fonction) appliquée sur le terrain pour l'ouverture des droits au Crédit d'impôt recherche au titre du DJD.¹⁷

5.3 Endogénéité de l'éducation

Les modèles estimés jusqu'ici contrôlent l'hétérogénéité inobservée en supposant une distribution commune à tous les niveaux de diplôme. Or, il est possible que les individus qui ont des caractéristiques inobservées qui sont associées avec une vitesse d'insertion plus lente aient une incitation plus forte à choisir un diplôme qui aide à trouver un emploi plus rapidement pour compenser ce désavantage. Ainsi, la distribution de l'hétérogénéité inobservée ne serait pas la même pour tous les diplômes, et les effets estimés du diplôme sur la vitesse de sortie seraient biaisés.

Pour corriger cette source d'endogénéité, on estime un modèle avec une distribution d'hétérogénéité inobservée qui diffère selon le diplôme. Plus précisément, nous estimons le modèle suiv-

¹⁷Entretiens avec les administrateurs de la Direction du trésor et de la Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche, 10 juillet 2015.

Table 15: Effet de l'éducation sur la vitesse de sortie, postes de R & D par CSP et fonction

	(1)	(2)	(3)
	CSP R & D, sans prof	CDI CSP R & D, avec prof	Fonction R & D
Ingénieur seul	0.0205 (10511.3999)	0.1544 (9486.1667)	-0.5765 (4401.6644)
Doctorat et ingénieur	-1.0631 (4765.8153)	-0.5039 (3430.6603)	-0.2805 (1738.6624)
Doctorat seul, spéc. ingénieur	-0.3784 (2697.7752)	0.0051 (2286.9271)	-0.0261 (1034.5641)
Doctorat seul, autre spécialité	1.0167 (6845.2603)	1.2572 (4766.7733)	1.1227 (2378.0120)
Post 2004*Ingénieur	3.6844 (10511.4000)	3.6120 (9486.1668)	2.3101 (4401.6643)
Post 2006*Ingénieur	4.2190 (10511.4002)	4.0787 (9486.1672)	2.3835 (4401.6643)
Post 2008*Ingénieur	-11.0471 (10627.6949)	-10.8863 (9557.6161)	0.7755 (4401.6645)
Post 2004*Docteur-Ingénieur	3.3206 (4765.8154)	3.3234 (3430.6603)	1.7152 (1738.6624)
Post 2006*Docteur-Ingénieur	3.1161 (4765.8154)	3.8956 (3430.6606)	1.3712 (1738.6624)
Post 2008*Docteur-Ingénieur	6.4890 (4765.8149)	6.6161 (3430.6597)	4.4222 (1738.6626)
Post 2004*Docteur-Spéc. Ingénieur	1.5774 (2697.7750)	2.3286 (2286.9269)	0.7934 (1034.5641)
Post 2006*Docteur-Spéc. Ingénieur	2.5130 (2697.7750)	3.2418 (2286.9272)	1.5234 (1034.5641)
Post 2008*Docteur-Spéc. Ingénieur	2.9842 (2697.7749)	2.8509 (2286.9274)	2.2512 (1034.5643)
Post 2004*Docteur-Autre Spécialité	0.4063 (6845.2604)	2.5450 (4766.7735)	-0.4002 (2378.0121)
Post 2006*Docteur-Autre Spécialité	-11.9833 (6868.8360)	2.0512 (4766.7735)	-0.2032 (2378.0121)
Post 2008*Docteur-Autre Spécialité	-10.9309 (7178.9153)	-10.8413 (5089.8881)	-10.5291 (2454.5475)
Valeur de ν_m	4.0748*** (0.9836)	3.8847*** (0.9217)	0.0003 (1.4285)
$P(\nu = 0)$ (sortie lente)	0.6436** (0.0553)	0.6196** (0.0560)	0.8478
Nombre d'observations	72069	72069	72069
Log(vraisemblance)	-1547	-1985	-4055

Notes: voir tableau 11. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

ante:

$$\begin{aligned}
L(t_i | d_i, X_i) = & P(\nu = 0 | \text{Diplôme}_i) e^{X_i \beta} \sum_{j=0}^{10} \theta_j^{d_i^j} \\
& \exp \left[e^{X_i \beta} \left(\sum_{j=1}^{10} \mathbf{1}_{\tau_{j-1} < t_i} \theta_j \left(\tau_{j-1} - \left(\frac{\tau_j + \tau_{j-1}}{2} \right)^{d_i^j} \tau_j^{1-d_i^j} \right) + \mathbf{1}_{t_i > \tau_{11}} \tau_{11} \theta_{11} \right) \right] \\
+ & P(\nu = \nu_m | \text{Diplôme}_i) e^{X_i \beta + \nu_m} \sum_{j=1}^{10} \theta_j^{d_i^j} \\
& \exp \left[e^{X_i \beta + \nu_m} \left(\sum_{j=1}^{10} \mathbf{1}_{\tau_{j-1} < t_i} \theta_j \left(\tau_{j-1} - \left(\frac{\tau_j + \tau_{j-1}}{2} \right)^{d_i^j} \tau_j^{1-d_i^j} \right) + \mathbf{1}_{t_i > \tau_{10}} \tau_{10} \theta_{11} \right) \right].
\end{aligned} \tag{1}$$

Comme le vecteur X_i contient des variables indicatrices pour les différents niveaux de diplôme, l'identification de la probabilité de chaque point de masse se fait essentiellement par la non-linéarité de la forme fonctionnelle de la fonction de vraisemblance et par la contrainte que la valeur du point de support non-normalisé (ν_m) est identique pour tous les diplômes. Cette dernière hypothèse correspond à l'idée qu'il y a deux types de personne dans la population, définis par la valeur de ν , mais ces personnes peuvent se répartir de manière inégale entre les différents niveaux de diplôme.

Le tableau 16 montre les résultats de l'estimation de ces modèles. On constate qu'une fois l'hétérogénéité inobservée prise en compte de façon à permettre la corrélation entre inobservables et les diplômes, les différences significatives entre ingénieurs et docteurs restent. Par contre, on trouve une insertion plus rapides vers les postes en CDI avec CSP R & D, en incluant les professeurs (non-fonctionnaires) pour les docteurs autre spécialités que pour les ingénieurs seuls sous la régime du DJD de 2004-2006, même si ces résultats ne sont pas significatifs.

Table 16: Effet de l'éducation sur la vitesse de sortie, distributions séparés d'hétérogénéité inobservée

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	CDI	CDI, CSP R & D, sans prof	CDI, CSP R & D, avec prof	CDI, Fonction R & D	Permanent	Permanent, CSP R & D, sans prof	Permanent, CSP R & D, avec prof
Ingénieur seul	-14.8108 (2902.4457)	-0.0199 (0.5233)	0.0959 (10936.2206)	-0.2041 (3951.8303)	-13.8957*** (0.1067)	0.1251 (12724.5275)	-0.3364 (0.4874)
Doctorat et ingénieur	-14.9873 (1310.1472)	-0.5986 (5671.6590)	-0.2109 (4557.0754)	0.0143 (1578.3372)	-13.9492 (1234.4240)	-0.4762 (4962.1859)	-0.2671 (5737.7583)
Doctorat seul, spéc. ingénieur	-0.2206 (0.5083)	-0.0131 (3457.0332)	0.2640 (2789.0049)	0.2786 (965.3174)	0.8723 (0.7550)	0.0412 (2246.6003)	0.1981 (3471.2677)
Doctorat seul, autre spécialité	-15.2045 (1821.4069)	1.1404 (9003.8411)	1.4624 (6356.9570)	1.4445 (2311.7080)	-13.6195 (1864.9464)	1.2563 (8672.0565)	1.3876 0.0000
Post 2004*Ingénieur	15.4592 (2902.4456)	3.8528 0.0000	3.7716 (10936.2266)	2.2789 (3951.8303)	14.6785*** (0.1066)	3.8360 (12724.5287)	3.9829*** (0.3305)
Post 2006*Ingénieur	15.6039 (2902.4455)	4.0126*** (0.5463)	3.8867 (10936.2341)	2.6313 (3951.8303)	14.7854 0.0000	4.0446 (12724.5302)	3.9432 0.0000
Post 2008*Ingénieur	13.6260 (2902.4456)	-11.0511 (1200.8745)	-10.8856 (10976.5335)	0.8926 (3951.8305)	12.5963*** (0.7370)	-11.0731 (12790.6329)	-139.0194 0.0000
Post 2004*Docteur-Ingénieur	14.9016 (1310.1472)	3.3483 (5671.6645)	3.4726 (4557.0878)	1.7968 (1578.3372)	14.1122 (1234.4241)	3.3527 (4962.1859)	4.0486 (5737.7675)
Post 2006*Docteur-Ingénieur	14.9017 (1310.1472)	3.1792 (5671.6672)	3.9861 (4557.0948)	1.5563 (1578.3373)	14.2433 (1234.4241)	3.1707 (4962.1860)	4.4005 (5737.7738)
Post 2008*Docteur-Ingénieur	16.8717 (1310.1475)	6.8708 (5671.6642)	6.7049 (4557.1017)	4.5029 (1578.3378)	16.1756 (1234.4244)	6.7883 (4962.1863)	6.5646 (5737.7806)
Post 2004*Docteur-Spécialité Ingénieur	-0.2632 (0.5108)	1.7386 (3457.0440)	2.5302 (2789.0214)	0.8571 (965.3175)	-1.1739 (0.7544)	1.8538 (2246.6002)	3.2582 (3471.2809)
Post 2006*Docteur-Spécialité Ingénieur	-0.1790 (0.5163)	2.7114 (3457.0481)	3.4001 (2789.0339)	1.6367 (965.3175)	-0.7688 (0.7560)	2.7864 (2246.6003)	3.8503 (3471.2905)
Post 2008*Docteur-Spécialité Ingénieur	0.1980 (0.6102)	3.0119 (3457.0547)	2.7975 (2789.0441)	2.3271 (965.3177)	-1.3426 (0.8259)	3.1478 (2246.6004)	2.7270 (3471.2977)
Post 2004*Docteur-Autre Spécialité	13.8993 (1821.4069)	0.5287 (9003.8485)	2.6174 (6356.9679)	-0.1581 (2311.7080)	13.6476 (1864.9464)	0.6295 (8672.0565)	3.4558*** (0.4991)
Post 2006*Docteur-Autre Spécialité	12.8932 (1821.4070)	-11.9825 (9028.7826)	2.2021 (6356.9701)	-0.0601 (2311.7080)	13.5325 (1864.9464)	-11.9907 (8699.4950)	3.0760*** (0.5679)
Post 2008*Docteur-Autre Spécialité	1.0255 (2066.9502)	-10.9310 (9361.7736)	-10.8540 (6652.4976)	-10.5071 (2392.2554)	0.7619 (1939.0935)	-10.9069 (9080.2325)	-139.2955 0.0000

Notes: voir tableau 11. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Quand on regarde les distributions d'hétérogénéité inobservée dans le tableau 17, on voit qu'il y a effectivement de la sélection dans les diplômes sur inobservables. Bien que les écarts-type des probabilités n'ont pas pu être estimés, on constate des fortes variations dans la part des individus à sortie rapide versus sortie lente mais l'absence d'estimation de l'écart-type rend l'interprétation hasardeuse¹⁸.

¹⁸Le tableau 17 présente les coefficients estimés et la valeur de l'hétérogénéité inobservée non-transformées.

Table 17: Paramètres des distributions séparés d'hétérogénéité inobservée

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	CDI	CDI, CSP R & D, sans prof	CDI, CSP R & D, avec prof	CDI, Fonction R & D	Permanent	Permanent, CSP R & D, sans prof	Permanent, CSP R & D, avec prof
Valeur de ν_m	0.6430	1.8688	1.7406	2.0114	1.4029***	2.2298	0.7115
	0.0000	(1.9737)	(1.8629)	0.0000	(0.1104)	(1.4682)	(1.1998)
$P(\nu = 0 Bac + 2)$	-0.4587	-0.0900	0.0959	-0.0033	0.1369	-0.1313	0.0809
$P(\nu = 0 Licence)$	-1.9767*	-0.1536	-0.0053	-0.0853	0.3200	-0.2161	-0.0636
	(1.1764)						
$P(\nu = 0 Master1)$	0.3406	-0.2475	-0.1145	-0.1119	0.1735	-0.2715	-0.1909
$P(\nu = 0 Ecoledecommerce)$	-1.7750	-0.3499	-0.2850	-0.3741	-0.0388	-0.2668	-0.3111
$P(\nu = 0 M2professionnel)$	2.9816	-0.4373	-0.2958	-0.3270	-0.3921	-0.4104	-0.4234
$P(\nu = 0 M2recherche)$	0.2960	0.5725	0.7260	0.5910	0.0953	0.4366	0.5724
$P(\nu = 0 Ingénieurseul)$	1.3294	0.6995	0.6958	0.5817	0.5910	0.6623	0.6706
$P(\nu = 0 Docteur - ingénieur)$	2.1121	0.7817	0.9480	0.5728	0.5285	0.7419	0.5139
$P(\nu = 0 Docteur, spéc. Ing.)$	1.4365	0.8846	0.9644	0.6414	0.9381	0.7777	0.4939
$P(\nu = 0 Docteur, autrespéc.)$	-1.1850	0.9793	1.0420	0.7224	0.7872	1.0311	0.6343
Nombre d'observations	72069	72069	72069	72069	72069	72069	72069
Log(vraisemblance)	-32771	-1549	-1988	-4056	-38522	-1580	-2822

Notes: voir tableau 11. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

6 Conclusions

Ce papier a considéré la vitesse d'insertion des docteurs par rapport aux ingénieurs. Nous trouvons que les ingénieurs trouvent leur premier emploi stable plus rapidement que les docteurs, y compris les docteurs qui ont déjà obtenu un diplôme d'ingénieur auparavant. En exploitant une série de réformes du dispositif « jeunes docteurs » du crédit d'impôt recherche, nous trouvons que seulement la réforme qui a introduit une subvention salariale très importante (celle de 2008) a eu un effet significatif, permettant aux docteurs de trouver un emploi plus rapidement que les ingénieurs.

Notre analyse a considéré plusieurs pistes non-fructueuses pour expliquer ces différences. Initialement, nous avons remarqué l'insertion particulièrement lente des personnes ayant entrepris des études de chimie, de la physique ou des sciences de vie. Mais une estimation de la vitesse d'insertion qui contrôle pour la spécialité ne permet pas d'expliquer les différences: les ingénieurs s'insèrent toujours plus vite. La prise en compte du type d'emploi (fonctionnaire, recherche et développement par PCS ou par fonction) ne permet pas non plus d'expliquer les différences. Enfin, bien que nous constatons un possible endogénéité du diplôme relativement des caractéristiques inobservées qui affectent la vitesse d'insertion, ces contrôles ne permettent pas d'effacer la différence entre ingénieurs et docteurs.

Nos résultats semblent les plus cohérents avec une explication basée sur le salaire de réserve. Si les individus qui commencent une thèse se considèrent comme plus productifs que les autres, ils auront des attentes plus élevées par rapport à la distribution des salaires qui leur seront offerts. Or, si le gain de productivité pour les employeurs qui embauchent un docteur n'est pas au moins aussi important que le déplacement de la distribution subjective des individus du salaire offert, les docteurs recevront moins d'offres satisfaisantes que les ingénieurs et resteront sans emploi stable pendant plus de temps. Les résultats comparant les ingénieurs avec les docteurs-ingénieurs sont l'évidence la plus claire de cet effet. De plus, le fait qu'une baisse du coût des docteurs peut suffire à inverser les vitesses d'insertion entre docteurs et ingénieurs indique que la difficulté d'insertion réside dans le coût relatif, et les entreprises qui bénéficient de la réforme de 2008 peuvent effectivement offrir un salaire, après la prise en compte de la subvention, satisfaisant relativement aux attentes des docteurs.

References

- ALIAGA, C., DUPLOUY, B., JUGNOT, S., ROUAUD, P. et RYK, F. (2010). Enquête "génération 2004"; méthodologie et bilan. Céreq Net.Doc 63, Céreq.
- ALTONJI, J. G., BLOM, E. et MEGHIR, C. (2012). Heterogeneity in human capital investments: High school curriculum, college major, and careers. NBER Working Papers 17985, National Bureau of Economic Research, Inc.
- ALTONJI, J. G., KAHN, L. B. et SPEER, J. D. (2014). Cashier or consultant? entry labor market conditions, field of study, and career success. NBER Working Papers 20531, National Bureau of Economic Research, Inc.
- BECKER, G. S. (1993). *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis with Special Reference to Education*. NBER, Chicago, third édition.
- BEFFY, M., FOUGÈRE, D. et MAUREL, A. (2012). Choosing the field of study in postsecondary education: Do expected earnings matter? *The Review of Economics and Statistics*, 94(1): 334–347.
- COX, D. R. (1972). Regression models and life-tables. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 34:187–220.
- GIRAUD, L., MIOTTI, L., QUÉMÉNER, J. et ROSA, M. (2014). *Développement et impact du crédit d'impôt recherche : 1983-2011*. Ministère de l'Éducation Nationale, de Enseignement Supérieur et de la Recherche.
- HECKMAN, J. J. et SINGER, B. (1984a). The identifiability of the proportional hazard model. *Review of Economic Studies*, 51(2):231–41.
- HECKMAN, J. J. et SINGER, B. (1984b). A method for minimising the impact of distributional assumptions in econometric models for duration data. *Econometrica*, 52(2):271–320.
- LANCASTER, T. (1990). *The Econometric Analysis of Transition Data*. Econometric Society Monographs. Cambridge University Press, Cambridge, MA.
- MARGOLIS, D. N. et MIOTTI, L. (2015). Évaluation de l'impact du dispositif «jeunes docteurs» du crédit d'impôt recherche. Rapport, Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.
- MINCER, J. A. (1974). *Schooling, Experience, and Earnings*. NBER Books. National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA.
- ROACH, M. et SAUERMAN, H. (2010). A taste for science? phd scientists' academic orientation and self-selection into research careers in industry. *Research Policy*, 39(3):422–434.

A Modèles de durée

Soit un événement qui se produit après un laps de temps t , tel que l'obtention d'un premier emploi stable après la sortie de l'école, avec $t > 0$. La loi de t conditionnellement sur un vecteur des caractéristiques observables X et de la hétérogénéité inobservée ν s'écrit $f(t|X, \nu)$. Cette spécification fait valoir la nature stochastique de l'événement, tout en conservant le fait que la durée (ici jusqu'au premier emploi stable) dépend des caractéristiques observables et inobservables.

Il est commode de ré-exprimer la loi de t sous d'autres formes. On écrit la fonction de répartition de t comme

$$F(t|X, \nu) = \int_0^t f(s|X, \nu) ds.$$

En termes économiques, la fonction de répartition représente la probabilité que la durée de l'événement soit inférieur à t , et peut être utilisé pour calculer, par exemple, la probabilité qu'un individu ait trouvé son premier emploi stable dans les t premiers semaines/mois/années suivant sa sortie du système scolaire. L'inverse de la fonction de répartition est la fonction de survie, définie comme

$$S(t|X, \nu) = \int_t^\infty f(s|X, \nu) ds.$$

Ceci représente la probabilité que l'événement prend plus que t pour se produire. Dans notre cas, il est utile pour exprimer la probabilité que l'individu n'a toujours pas d'emploi stable après t semaines/mois/années suivant sa sortie du système scolaire¹⁹.

La spécification la plus commode est celle de la fonction de hasard. Ceci décrit la probabilité que l'épisode termine dans un intervalle de temps entre t et $t + h$, quand h tend vers zéro, étant donné que l'épisode était toujours en cours pour une durée d'au moins t et divisé par h . La relation entre la fonction de hasard et les autres expressions s'écrit

$$h(t|X, \nu) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(s+h|s \geq t, X, \nu) - f(s|s \geq t, X, \nu)}{h} = \frac{f(t|X, \nu)}{S(t|X, \nu)} \quad (\text{A.1})$$

Dans notre cas, cette expression reflète la probabilité de trouver un emploi stable à la date t sachant que l'individu ne l'avait pas déjà trouvé. Avec ces définitions, on peut réécrire

¹⁹Notez que le fait de ne pas avoir trouvé un emploi stable n'implique pas forcément qu'un individu est au chômage. L'individu pourrait occuper un emploi à durée déterminée, un poste d'intérim ou un s'être installé comme indépendant, par exemple.

l'expression pour la fonction de survie en termes de la fonction de hasard comme

$$S(t|X, \nu) = \exp\left(-\int_0^t h(s|X, \nu) ds\right).$$

Ces expressions seront utiles pour écrire la contribution à la fonction de vraisemblance pour les deux situations qui peuvent se produire dans les données.

1. Dans le premier cas, on observe la fin de la période d'insertion après une durée t . Ici, la contribution à la fonction de vraisemblance pour l'individu i est la densité, qui s'écrit comme

$$L(t_i|X_i, \nu_i) = h(t_i|X_i, \nu_i) \exp\left(-\int_0^{t_i} h(s|X_i, \nu_i) ds\right).$$

2. Dans le deuxième cas, la période d'insertion n'aboutit pas à un emploi stable avant la fin de la fenêtre d'observation. Dans ce cas, on observe une épisode d'une durée au moins égale à t , et donc la contribution à la vraisemblance pour l'individu i sera

$$L(t_i|X_i, \nu_i) = \exp\left(-\int_0^{t_i} h(s|X_i, \nu_i) ds\right).$$

L'estimation des modèles de durée nécessite qu'on fait des hypothèses par rapport à la spécification de la fonction de hasard d'équation A.1.

A.1 Lien entre variables observables (et inobservables) et le temps

La première hypothèse à concrétiser est le lien entre les variables observables (et inobservables) et le temps. La littérature propose deux approches. La première est appelé "hasard proportionnelle". Dans cette approche, la fonction de hasard en A.1 est décomposé en une partie liée au temps et une autre partie, multiplicative, qui capte l'impact des facteurs observables et inobservables. Ceci s'exprime comme

$$h(t|X, \nu) = h_0(t) * g(X, \nu) \tag{A.2}$$

où on fait habituellement l'hypothèse $g(X, \nu) = \exp(X\beta + \nu)$. Dans cette forme, les facteurs observables et inobservables déplacent la probabilité instantané conditionnelle de sortie vers le haut ou le bas, mais la dépendance temporelle du processus d'insertion, conditionnellement aux caractéristiques observables et inobservables, est identique pour tout le monde et capté par la fonction de hasard dite "de base", $h_0(\cdot)$.

Une spécification alternative proposée par la littérature est dite de "vie accélérée". Dans cette approche, la fonction décrivant le rôle des observables et inobservables multiplie directement

le mesure de temps à l'intérieur de la fonction de hasard de base. Ainsi, les observables et inobservables servent à "accélérer" ou "décélérer" le temps, selon la valeur de $g(X, \nu)$ (inférieur ou supérieur à 1). Cette approche donne une spécification de la forme

$$h(t|X, \nu) = h_0(t * g(X, \nu)) \quad (\text{A.3})$$

A.2 Forme fonctionnelle du hasard de base

Une fois décidé la manière que les observables et inobservables interviennent dans la vitesse d'insertion, il faut faire des hypothèses sur la forme du hasard de base. Il existe deux approches principales. La première approche suppose une forme fonctionnelle précise pour la loi de t (éventuellement transformé, dans le cas des modèles à vie accélérée). Il existe de nombreux options de forme paramétrique parmi lequel on peut choisir, entre les fonctions à hasard constante (loi exponentielle), à hasard monotone croissant ou décroissant (Weibull) ou à hasard unimodale croissant puis décroissant (lognormale ou loglogistique).

Un alternative paramétrique plus flexible est la fonction de hasard contant par morceaux. Dans ce cas, la fonction de hasard de base s'écrit

$$\begin{aligned} h_0(t) = & \tau_0 \text{ si } 0 < t \leq \tau_0 \\ & \tau_1 \text{ si } \tau_0 < t \leq \tau_1 \\ & \vdots \\ & \tau_{k+1} \text{ si } t > \tau_k \end{aligned} \quad (\text{A.4})$$

L'avantage de cette approche consiste en la possibilité que la fonction de hasard puisse monter ou descendre entre les valeurs de τ autant de fois que nécessaire pour approximer au mieux les données. Les deux contraintes importantes sont la nécessité de préciser les valeurs de τ (le noeuds) avant de commencer l'estimation et d'avoir suffisamment de données pour identifier les différentes valeurs de τ .

Une alternative à l'estimation paramétrique est une estimation dite semiparamétrique, selon Cox (1972). Le modèle de Cox suppose une forme de hasard proportionnelle sans hétérogénéité inobservée²⁰. Sous ces hypothèses, la fonction de hasard s'écrit $h(t|X, \nu) = h_0(t) * \exp(X\beta)$. Ainsi, on peut écrire la probabilité qu'une épisode pour l'individu i termine après une durée de t , étant donné qu'elle est d'une longueur d'au moins t , relativement à cette même probabilité

²⁰L'hypothèse d'absence de hétérogénéité inobservée est faite pour des fins d'identification, car il est impossible d'identifier la distribution d'hétérogénéité inobservé séparément de la fonction de hasard de base sans imposer des hypothèses sur la forme fonctionnelle de cette dernière et/ou de la distribution de l'hétérogénéité inobservée (Heckman et Singer, 1984a).

pour un individu i' comme

$$\frac{h(t|X_i)}{h(t|X_{i'})} = \frac{h_0(t) * \exp(X_i\beta)}{h_0(t) * \exp(X_{i'}\beta)} = \frac{\exp(X_i\beta)}{\exp(X_{i'}\beta)} = \exp((X_i - X_{i'})\beta). \quad (\text{A.5})$$

L'expression A.5 montre que les coefficients β sont identifiés en comparant les probabilités de sortie instantanée conditionnelle des différents individus à la même date, et ceci grâce à l'hypothèse de proportionnalité.

Comme l'approche paramétrique, l'approche semiparamétrique de Cox a des avantages et des inconvénients. Cette approche a l'avantage majeure de ne pas exiger une hypothèse sur la forme de la fonction de hasard de base (elle s'annule quand on l'évalue à la même date pour deux individus différents). Par contre, elle a deux inconvénients. D'abord, cette approche suppose que l'hétérogénéité inobservée ne peut pas affecter le taux d'insertion. Deuxièmement, comme la fonction de hasard de base n'est jamais estimée, il n'est pas possible de calculer des statistiques tels que la valeur de la fonction de répartition à une date donnée (la probabilité d'insertion) ou la valeur espérée de t (la durée moyenne jusqu'à l'insertion).

A.3 Hétérogénéité inobservée

Une dernière hypothèse à faire dans le cadre des modèles paramétriques est la spécification de l'hétérogénéité inobservée. La littérature propose trois options. La première suppose que $\exp(\nu)$ suit une loi Gamma. Dans ce cas de figure, si la fonction de hasard de base suit une loi Weibull, il existe une forme analytique de la fonction de vraisemblance une fois qu'on l'intègre par rapport à la loi de $\exp(\nu)$ (pour éliminer la hétérogénéité inobservée de la fonction de vraisemblance). Bien que cette hypothèse par rapport à la loi de ν donne une forme analytique qu'on peut maximiser, notamment par rapport au paramètre qui quantifie la variance de l'hétérogénéité inobservée, elle repose sur deux hypothèses relativement forte: la loi Gamma pour l'hétérogénéité inobservée et la loi Weibull pour le hasard de base.

Heckman et Singer (1984b) proposent une autre approche, en principe nonparamétrique, pour la prise en compte de l'hétérogénéité inobservée. Avec leur approche, on suppose que la loi de ν est discrète avec un nombre de points de masse pouvant aller jusqu'à l'infini (d'où le qualificatif de nonparamétrique)²¹. Pour enlever l'hétérogénéité inobservée de la fonction de vraisemblance, on intègre par rapport à sa loi, ce qui correspond à construire la fonction de vraisemblance comme la somme pondérée des valeurs de la fonction de vraisemblance évaluée à chacun des points de masse. Les valeurs des points de masse (sauf un, qui est normalisé à zéro) sont à estimer, ainsi que la probabilité de chacun des points de masse, dans la maximisation. En notant $d_i = 1$ si l'épisode pour l'individu i termine dans la fenêtre d'observation (et sa durée est connue) et

²¹En pratique, les estimations convergent avec 2 points de masse sans difficulté, avec 3 points de masse avec difficulté, et la convergence avec plus que 3 points de masse est rarement obtenue.

$d_i = 0$ si l'épisode est censuré à droite (sa durée totale est inconnue, mais on sait qu'elle a durée au moins t), on écrit donc la contribution à la fonction de vraisemblance comme

$$L(t_i | d_i, X_i) = \sum_{m=0}^M P(\nu = \nu_m) h(t_i | X_i, \nu_m)^{d_i} \exp\left(-\int_0^{t_i} h(s | X_i, \nu_m) ds\right) \quad (\text{A.6})$$

L'approche Heckman et Singer (1984b) peut être généralisé pour inclure (en principe) plusieurs sources de hétérogénéité inobservée. Dans cette approche, ν est écrit comme une fonction (typiquement linéaire) d'un nombre prédéterminé de facteurs latents, où chaque facteur est aléatoire et reçoit un "loading" paramètre dans la construction de l'agrégat, ν . Concrètement, si on suppose qu'il y a deux facteurs latents ν_1 et ν_2 , on écrit $\nu = \alpha_1 \nu_1 + \alpha_2 \nu_2$ et la fonction de vraisemblance devient

$$L(t_i | d_i, X_i) = \int \int \left\{ h(t_i | X_i, \nu)^{d_i} \exp\left(-\int_0^{t_i} h(s | X_i, \nu) ds\right) \right\} d\nu_1 d\nu_2 \quad (\text{A.7})$$

Si on suppose un seul facteur latent qui a une loi discrète et on normalise un les valeurs des points de masse à 0 et 1, cette spécification est identique à celle de Heckman et Singer (1984b) quand l'hétérogénéité inobservée n'a que deux points de masse. Effectivement, un modèle à facteur avec deux facteurs n'est pas identifiable avec une seule durée²², et si les lois des facteurs sont supposés discrètes, elles peuvent toujours être réécrits sous la forme des modèles de Heckman et Singer (1984b).

B Le dispositif « jeunes docteurs » (DJD) du crédit d'impôt recherche (CIR)

Les décideurs politiques en France semblent considérer qu'il faut subventionner les employeurs du secteur privé afin de les permettre à proposer des salaires suffisamment attrayant aux jeunes docteur, et pour ce faire ils ont mis en place le dispositif « jeunes docteurs » (DJD) du crédit d'impôt recherche (CIR). Cette politique créé des avantages fiscaux à compter de 1999 et les a amplifié progressivement . Ces modalités se sont inscrites dans un mouvement plus général de renforcement du CIR en tant que tel (Giraud *et al.*, 2014).

B.1 Evolution du dispositif

Le DJD dans la loi du 12 juillet 1999 sur l'innovation et la recherche :

²²Ces modèles sont bien adaptés aux modèles de type risques concurrentes ou avec des risques multiples corrélées.

L'article 8 de la loi sur l'innovation et la recherche dispose que les dépenses de fonctionnement sont fixées à 100% des dépenses de personnel qui se rapportent aux personnes titulaires d'un doctorat ou d'un diplôme équivalent pendant les douze premiers mois suivant leur recrutement²³. L'embauche d'un docteur au lieu d'un ingénieur donc permet d'augmenter le montant éligible au CIR au titre des frais de fonctionnement à l'intégralité des dépenses de personnel pour ces docteurs, au lieu du trois quarts du salaire pour toute autre type de travailleur. Cette disposition est subordonnée au fait que le contrat de travail des personnes concernées soit à durée indéterminée et que l'effectif salarié de l'entreprise ne soit pas inférieur à celui de l'année précédente.

Le DJD dans la réforme 2006 :

L'article 22 de la loi de finances pour 2006 prévoit que les dépenses de personnel afférentes aux jeunes docteurs sont prises en compte pour le double de leur montant²⁴ et que le taux des frais de fonctionnement relatifs à ces mêmes personnes est porté de 100% à 200%.

Les conditions pour en bénéficier restent inchangés pendant les douze premiers mois suivant leur premier recrutement à condition que le contrat de travail de ces personnes soit à durée indéterminée et que l'effectif salarié de l'entreprise ne soit pas inférieur à celui de l'année précédente.

Le DJD dans la réforme 2008 :

L'article 69 de la loi de finances pour 2008 prévoit l'allongement de la période de douze à vingt-quatre premiers mois pour le bénéfice des avantages jeunes docteurs (salaires prises en compte pour le double de leur montant et frais de fonctionnement à 200%). Les conditions restent inchangées.

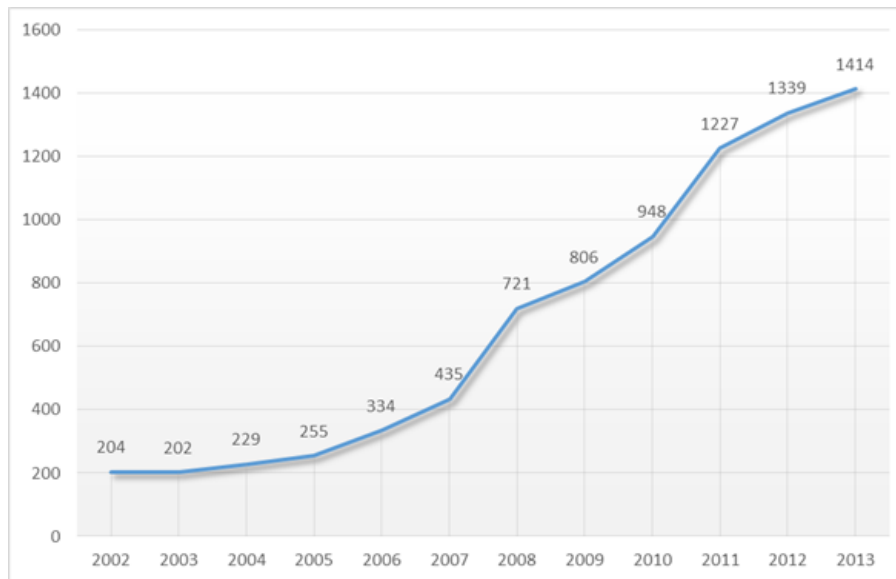
Le DJD dans la réforme 2014 :

La loi de finances pour 2014 prévoit que l'appréciation de la stabilité de l'effectif salarié ne s'effectue plus au niveau de l'entreprise dans son ensemble mais au niveau des seuls personnels de recherche. Cette disposition vise à permettre aux grandes entreprises, qui emploient un grand nombre de chercheurs, d'utiliser plus largement le DJD. En effet, la contrainte de non réduction des effectifs de l'ensemble de l'entreprise constituait une source d'incertitude importante pour ces entreprises (voir figure B.2 ci-dessous). La restriction aux personnels de recherche a été considérée comme de nature à réduire cette incertitude.

²³Les dépenses de fonctionnement étaient fixées forfaitairement à 75% du montant des dépenses de personnel.

²⁴Jusqu'à l'entrée en vigueur de ces nouvelles dispositions, ces dépenses entraient dans la base de calcul du crédit d'impôt recherche pour leur montant réel, comme c'est le cas pour les autres dépenses de personnel de recherche.

Figure B.1: Nombre d'entreprises déclarant des dépenses CIR au titre du DJD



Source: MENESR- DGRI C1, base GECIR

B.2 Evolution du recours au DJD par les entreprises

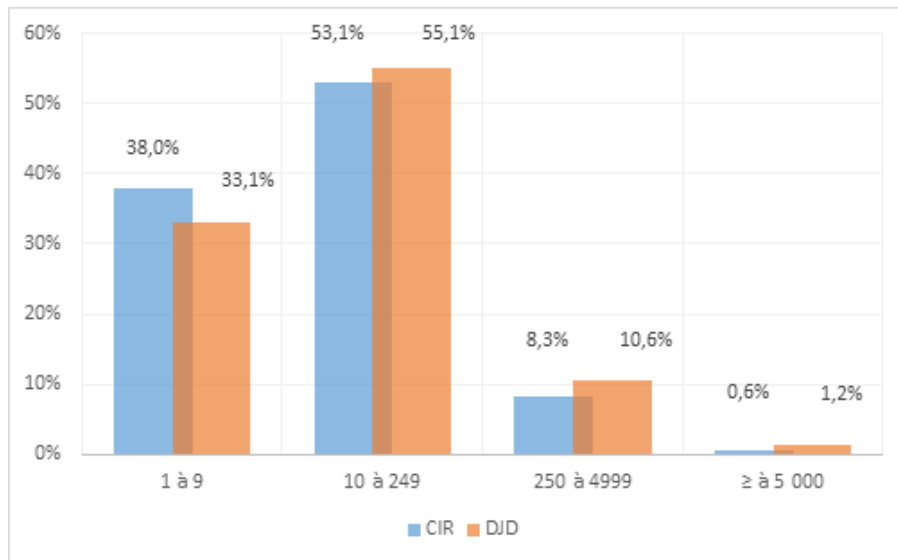
La figure B.1 montre que le nombre d'entreprises déclarant des dépenses au titre du DJD a fortement augmenté, d'abord en 2005-07, puis plus rapidement. En 2013, le nombre de ces entreprises est plus 3,3 fois supérieur à 2007.

La figure B.2 montre que la structure des déclarants au CIR et au DJD est similaire, mais les petites entreprises représentent une part moins écrasante des entreprises déclarant des dépenses au titre du DJD (88% contre 91%).

La distribution des dépenses est en revanche très différente entre l'ensemble du CIR et les dépenses déclarées au titre du DJD. La figure B.3 indique que plus de 71% des dépenses éligibles sont déclarées par des entreprises dont l'effectif est supérieur à 250, alors que 71% des dépenses déclarées au titre du DJD le sont par de petites entreprises. Les grandes entreprises déclarent 40% du total des dépenses éligibles au CIR, mais seulement 8% des dépenses au titre du DJD.

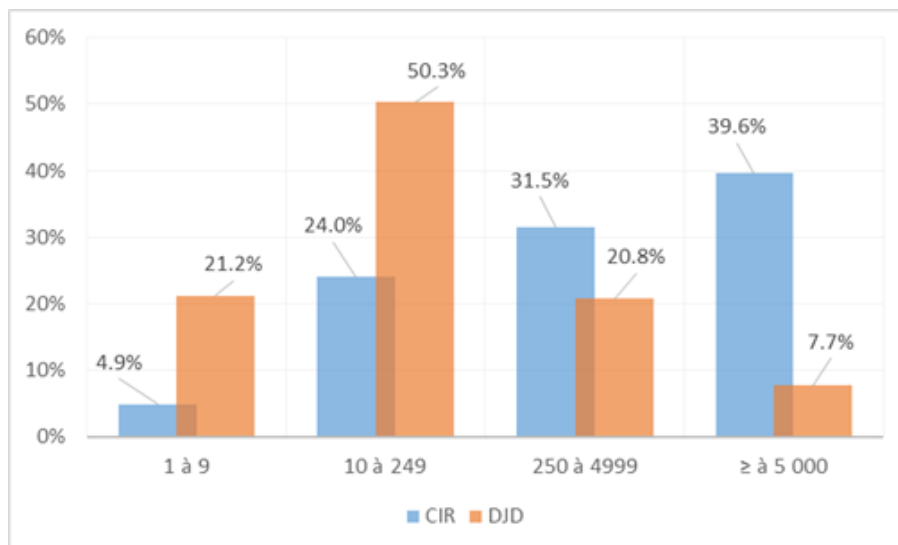
La comparaison entre les graphique B.2 et B.3 indique que la part des grandes entreprises dans les dépenses DJD est cependant beaucoup plus élevée que leur part en nombre de déclarants DJD (7,7% contre 1,2%). Cela indique que le peu de grandes entreprises ont recours au DJD ont tendance à embaucher plusieurs jeunes docteurs et déclarent des dépenses à ce titre élevées.

Figure B.2: Déclarants CIR et DJD selon la taille des entreprises, en % du total, 2012



Source: MENESR- DGRI C1, base GECIR

Figure B.3: Dépenses déclarées CIR et DJD selon la taille des entreprises, en % du total, 2012



Source: MENESR- DGRI C1, base GECIR

C Tableaux supplémentaires

Table C.1: (suite) Modèle de durée, hétérogénéité inobservée commune avec 2 points de masse

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	CDI	Permanent	CDI, CSP R&D, sans prof	CDI, CSP R&D, avec prof	CDI, Fonction R & D	Permanent, CSP R&D, sans prof	Permanent CSP R&D, avec prof	Permanent, Fonction R & D
Homme	0.0855*** (0.0292)	-0.0160 (0.0284)	0.4005** (0.1813)	0.3900** (0.1572)	0.3126*** (0.0934)	0.3881** (0.1797)	0.1862 (0.1133)	0.3164*** (0.0906)
Né(e) en France	-0.0164 (0.0807)	0.0890 (0.0818)	-0.5790 (0.3733)	-0.3312 (0.3419)	-0.0729 (0.2309)	-0.6420* (0.3577)	-0.0088 (0.2623)	-0.1613 (0.2171)
Age de fin d'études	-0.0700*** (0.0080)	-0.0480*** (0.0073)	-0.0521 (0.0549)	-0.0577 (0.0463)	-0.1422*** (0.0279)	-0.0469 (0.0541)	-0.0685** (0.0323)	-0.1368*** (0.0269)
Saut de classe avant 6e	-0.0866 (0.0590)	-0.0203 (0.0547)	-0.5507* (0.3120)	-0.2132 (0.2437)	-0.0431 (0.1564)	-0.3946 (0.2978)	-0.2231 (0.1651)	-0.0802 (0.1535)
Retard de scolarité avant 6e	0.0411 (0.0725)	-0.0451 (0.0746)	-0.1058 (0.5166)	-0.2722 (0.5093)	0.2506 (0.2282)	-0.1361 (0.5146)	-0.0327 (0.3736)	0.2411 (0.2234)
N'a pas fait du 6e	0.0724 (0.2816)	-0.1712 (0.3045)	0.5871 (0.9460)	0.1721 (0.9388)	-0.2545 (1.0733)	0.6464 (0.9532)	-0.1789 (0.8213)	-0.3893 (1.0742)
Filière non-générale	-0.2895*** (0.0514)	-0.4533*** (0.0535)	-0.7179 (0.4713)	-0.9748** (0.4729)	-0.5285*** (0.2010)	-0.7873* (0.4737)	-0.8295** (0.3892)	-0.5710*** (0.1991)
Mention assez bien	0.1167*** (0.0322)	0.1915*** (0.0310)	0.3854** (0.1934)	0.3056* (0.1670)	0.2279** (0.0989)	0.3026 (0.1922)	0.2560** (0.1227)	0.2163** (0.0968)
Mention bien	0.1683*** (0.0490)	0.2451*** (0.0469)	0.5633** (0.2394)	0.5351*** (0.2074)	0.3310** (0.1357)	0.4882** (0.2384)	0.6038*** (0.1444)	0.3865*** (0.1299)
Mention très bien	0.1097 (0.1134)	0.3398*** (0.1006)	0.5193 (0.3856)	0.5088 (0.3205)	0.1934 (0.2676)	0.4395 (0.3839)	0.6928*** (0.2193)	0.1080 (0.2667)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	CDI	Permanent	CDI, CSP R&D, sans prof	CDI, CSP R&D, avec prof	CDI, Fonction R & D	Permanent, CSP R&D, sans prof	Permanent CSP R&D, avec prof	Permanent, Fonction R & D
Spécialités								
Sciences de la vie	-0.4903*** (0.1168)	-0.2907*** (0.1000)	1.5924*** (0.3829)	1.1829*** (0.3529)	0.5557** (0.2281)	1.5574*** (0.3826)	0.8003*** (0.2734)	0.5982*** (0.2145)
Chimie	-0.3273** (0.1326)	-0.2577** (0.1277)	1.7501*** (0.4220)	1.3337*** (0.3711)	0.9371*** (0.2273)	1.8986*** (0.4157)	0.9284*** (0.2806)	0.8776*** (0.2198)
Physique	-0.0204 (0.1148)	0.2116** (0.1009)	1.6396*** (0.3963)	1.5869*** (0.3497)	0.8521*** (0.2267)	1.7097*** (0.3977)	1.3663*** (0.2646)	0.7976*** (0.2194)
Santé	0.1175*** (0.0435)	0.2729*** (0.0418)	-0.6502 (0.6401)	-0.8398 (0.5669)	-1.2750*** (0.3342)	-0.6964 (0.6400)	-1.5694*** (0.5478)	-1.1643*** (0.3073)
Economie	0.3040*** (0.1157)	0.3306*** (0.1082)	-0.2676 (1.0480)	1.5632*** (0.4946)	0.6461* (0.3327)	-0.3143 (1.0491)	1.7383*** (0.3305)	0.6309** (0.3177)
Mécanique générale et de précision, usinage	0.1046 (0.1158)	0.1206 (0.1207)	0.9570* (0.4966)	1.0003** (0.4931)	1.3194*** (0.2536)	0.9844** (0.5000)	1.1128*** (0.4279)	1.2613*** (0.2523)
Tech industrielles fondamentales	0.4091*** (0.0705)	0.4265*** (0.0704)	1.2772*** (0.3571)	1.3467*** (0.3496)	1.1920*** (0.1765)	1.3065*** (0.3569)	1.1554*** (0.2919)	1.1165*** (0.1749)
Electricité, électronique (n.c. automatismes, productique)	0.2057*** (0.0769)	0.2585*** (0.0794)	1.4894*** (0.3808)	1.4920*** (0.3677)	0.8338*** (0.2181)	1.4910*** (0.3793)	1.5721*** (0.3053)	0.7540*** (0.2168)
Informatique, traitement de l'information, réseaux	0.4045*** (0.0699)	0.4259*** (0.0707)	2.8437*** (0.3516)	2.8415*** (0.3299)	1.2915*** (0.1694)	2.8402*** (0.3511)	2.3233*** (0.2444)	1.2381*** (0.1660)
Sciences de la terre	-0.0112 (0.1566)	0.0536 (0.1533)	1.7469*** (0.4708)	1.2939*** (0.4322)	0.9070*** (0.2852)	1.7388*** (0.4728)	0.9479*** (0.3393)	0.8576*** (0.2762)
Autre spécialité d'ingénieur	0.0322 (0.0445)	0.0929** (0.0435)	1.4004*** (0.2630)	1.4945*** (0.2516)	1.1230*** (0.1183)	1.4568*** (0.2609)	1.4896*** (0.2184)	1.0912*** (0.1154)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	CDI	Permanent	CDI, CSP R&D, sans prof	CDI, CSP R&D, avec prof	CDI, Fonction R & D	Permanent, CSP R&D, sans prof	Permanent CSP R&D, avec prof	Permanent, Fonction R & D
Région de formation	0.0168	0.1727*	1.2921**	1.0721*	0.2429	1.3153**	0.4215	0.2046
Champagne-Ardennes	(0.1120)	(0.1024)	(0.5407)	(0.5474)	(0.3489)	(0.5427)	(0.4474)	(0.3480)
Région de formation	-0.1293	-0.0127	-0.9894	-0.1253	-0.3985	-1.0150	-0.3771	-0.4341
Picardie	(0.0988)	(0.0924)	(1.1703)	(0.6816)	(0.3920)	(1.1571)	(0.5370)	(0.3912)
Région de formation	0.0513	0.0787	-0.2415	-0.0395	-0.0190	0.0467	0.1187	-0.0633
Haute-Normandie	(0.0877)	(0.0851)	(0.6156)	(0.5154)	(0.3069)	(0.5646)	(0.3614)	(0.3059)
Région de formation	-0.2960***	-0.3015***	-0.3440	-0.2799	0.1698	-0.2055	-0.0707	0.1481
Centre	(0.0848)	(0.0833)	(0.4400)	(0.3671)	(0.2180)	(0.4204)	(0.2539)	(0.2134)
Région de formation	-0.0995	-0.0089	-0.0214	-0.0960	-0.1889	-0.0164	-0.1012	-0.2338
Basse-Normandie	(0.0905)	(0.0860)	(0.5559)	(0.5260)	(0.3071)	(0.5595)	(0.3770)	(0.3061)
Région de formation	0.0209	0.0174	0.3984	0.4581	0.4006	0.4030	0.2252	0.3432
Bourgogne	(0.0887)	(0.0881)	(0.5318)	(0.4381)	(0.2624)	(0.5364)	(0.3625)	(0.2612)
Région de formation	-0.2044***	-0.1912***	-0.4043	-0.3184	-0.4326**	-0.3194	-0.1333	-0.4226**
Nord-Pas de Calais	(0.0566)	(0.0547)	(0.3677)	(0.3137)	(0.1955)	(0.3574)	(0.2225)	(0.1898)
Région de formation	-0.1221*	-0.0129	0.0453	0.1651	0.0904	0.1660	0.3280	0.0869
Lorraine	(0.0674)	(0.0626)	(0.3804)	(0.3227)	(0.1939)	(0.3740)	(0.2220)	(0.1884)
Région de formation	0.0719	0.0751	-0.1846	-0.4360	-0.1067	-0.2043	-0.4329	-0.1317
Alsace	(0.0739)	(0.0720)	(0.3881)	(0.3597)	(0.2158)	(0.3873)	(0.2731)	(0.2113)
Région de formation	0.0232	0.0964	0.0590	-0.4526	-0.4650	0.0721	-0.5481	-0.5188
Franche Comté	(0.0949)	(0.0890)	(0.6159)	(0.5887)	(0.3697)	(0.6192)	(0.4434)	(0.3686)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	CDI	Permanent	CDI, CSP R&D, sans prof	CDI, CSP R&D, avec prof	CDI, Fonction R & D	Permanent, CSP R&D, sans prof	Permanent CSP R&D, avec prof	Permanent, Fonction R & D
Région de formation	-0.1204**	-0.1049*	-0.6094	-0.8169*	0.1091	-0.6002	-0.4872*	0.0969
Pays de la Loire	(0.0608)	(0.0594)	(0.4655)	(0.4281)	(0.1842)	(0.4648)	(0.2839)	(0.1794)
Région de formation	-0.3426***	-0.3452***	-0.8012	-0.8389*	-0.5149**	-0.8362	-0.3445	-0.4307*
Bretagne	(0.0648)	(0.0625)	(0.5220)	(0.4532)	(0.2486)	(0.5224)	(0.2761)	(0.2325)
Région de formation	-0.0191	-0.0087	-0.4918	-0.6208	-0.0162	-0.5122	-0.7125*	-0.0205
Poitou-Charentes	(0.0785)	(0.0775)	(0.5196)	(0.4606)	(0.2437)	(0.5178)	(0.3791)	(0.2376)
Région de formation	-0.0544	-0.0651	-0.5523	-0.7458*	-0.2612	-0.5728	-0.5525*	-0.2789
Aquitaine	(0.0633)	(0.0621)	(0.4587)	(0.4177)	(0.2145)	(0.4595)	(0.2850)	(0.2101)
Région de formation	-0.1183*	-0.1650**	0.0102	-0.0183	-0.2570	0.0259	-0.1638	-0.2229
Midi-Pyrénées	(0.0672)	(0.0674)	(0.3303)	(0.2889)	(0.2027)	(0.3293)	(0.2208)	(0.1940)
Région de formation	0.0027	-0.0498	-0.2375	-0.6467	-0.0158	-0.2371	-0.9200*	0.0293
Limousin	(0.1054)	(0.1050)	(0.6310)	(0.6001)	(0.3502)	(0.6263)	(0.4842)	(0.3330)
Région de formation	-0.0713	-0.0530	0.0016	-0.1644	0.0425	-0.0240	-0.3855**	0.0004
Rhone-Alpes	(0.0495)	(0.0476)	(0.2702)	(0.2375)	(0.1434)	(0.2694)	(0.1748)	(0.1406)
Région de formation	-0.1821**	-0.1115	-0.4423	-0.5957	-0.2215	-0.4743	-0.7141**	-0.2772
Auvergne	(0.0844)	(0.0807)	(0.4848)	(0.4477)	(0.2569)	(0.4883)	(0.3419)	(0.2557)
Région de formation	-0.3119***	-0.3510***	-0.5522	-0.5509	-0.2833	-0.5683	-0.4908*	-0.2614
Languedoc-Roussillon	(0.0826)	(0.0826)	(0.4841)	(0.3991)	(0.2377)	(0.4838)	(0.2798)	(0.2275)
Région de formation	-0.3035***	-0.2434***	-0.2057	-0.3623	-0.4341**	-0.2280	-0.4898**	-0.3915**
PACA	(0.0627)	(0.0591)	(0.3420)	(0.2993)	(0.1983)	(0.3412)	(0.2160)	(0.1883)
Région de formation	-0.3815	-0.3467	-13.4129	-0.3571	-0.0936	-13.4408	-0.8713	-0.1574
Corse	(0.3209)	(0.2926)	(820.5654)	(1.1040)	(0.7176)	(811.1283)	(1.0338)	(0.7169)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	CDI	Permanent	CDI, CSP R&D, sans prof	CDI, CSP R&D, avec prof	CDI, Fonction R & D	Permanent, CSP R&D, sans prof	Permanent CSP R&D, avec prof	Permanent, Fonction R & D
Père=Employé	-0.0315 (0.0444)	-0.0174 (0.0427)	-0.0620 (0.3195)	-0.0902 (0.2792)	-0.1589 (0.1507)	0.0187 (0.3165)	-0.0436 (0.2091)	-0.1626 (0.1476)
Père=Technicien, AdM, VRP, profession intermédiaire	-0.0403 (0.0506)	-0.0373 (0.0490)	0.0331 (0.3240)	-0.0610 (0.2839)	-0.0551 (0.1590)	0.0994 (0.3235)	0.0401 (0.2113)	-0.0432 (0.1553)
Père=Cadre, ingénieur, profession libérale, professeur	-0.0103 (0.0426)	-0.0200 (0.0411)	-0.0286 (0.2735)	-0.1186 (0.2373)	0.0122 (0.1333)	0.0054 (0.2732)	-0.0164 (0.1783)	0.0319 (0.1300)
Père=Artisan, commerçant, chef d'entreprise	-0.0137 (0.0538)	-0.0586 (0.0528)	0.1141 (0.3676)	-0.1254 (0.3163)	-0.0329 (0.1704)	0.0748 (0.3661)	-0.0949 (0.2330)	-0.0109 (0.1657)
Père=Agriculteur	0.0047 (0.0883)	0.0609 (0.0852)	0.2490 (0.4872)	0.1959 (0.4418)	-0.2426 (0.2956)	0.2893 (0.4883)	0.2467 (0.3427)	-0.1989 (0.2866)
Père=Ne sait pas	-0.0939 (0.0610)	-0.1547** (0.0607)	-0.4080 (0.3931)	-0.5845* (0.3392)	-0.2450 (0.1981)	-0.4304 (0.3926)	-0.4386* (0.2531)	-0.3073 (0.1969)
Mère=Employé	0.0569 (0.0479)	0.0856* (0.0471)	0.1168 (0.3427)	-0.2418 (0.2813)	0.0544 (0.1544)	0.1408 (0.3455)	-0.1165 (0.2155)	0.0692 (0.1513)
Mère=Technicien, AdM, VRP, profession intermédiaire	0.0524 (0.0685)	0.0878 (0.0666)	-0.1294 (0.4518)	-0.2496 (0.3666)	-0.2666 (0.2211)	-0.1523 (0.4556)	-0.0575 (0.2648)	-0.2780 (0.2161)
Mère=Cadre, ingénieur, profession libérale, professeur	-0.0646 (0.0565)	-0.0189 (0.0548)	0.3689 (0.3636)	0.1182 (0.3007)	0.0219 (0.1743)	0.3500 (0.3666)	0.1659 (0.2262)	0.0094 (0.1705)
Mère=Artisan, commerçant, chef d'entreprise	-0.0300 (0.0843)	-0.0051 (0.0825)	-0.1354 (0.5701)	-0.4804 (0.4897)	0.3585 (0.2366)	0.0493 (0.5524)	-0.2689 (0.3562)	0.3200 (0.2325)
Mère=Agriculteur	0.0726 (0.1152)	0.0345 (0.1148)	-0.1528 (0.8412)	-0.5091 (0.7150)	-0.3244 (0.4601)	-0.1697 (0.8433)	-0.9607 (0.6098)	-0.4170 (0.4570)
Mère=Ne sait pas	-0.0342 (0.0618)	-0.0564 (0.0611)	0.2194 (0.3957)	-0.2692 (0.3389)	0.0205 (0.1929)	0.1981 (0.3986)	-0.2352 (0.2578)	-0.0319 (0.1903)
Constant	-2.4649*** (0.7510)	-3.5591*** (0.7539)	-22.5808 (2134.4988)	-21.8020 (1889.7273)	-15.1131 (771.7539)	-22.6544 (2098.8668)	-29.5816 (667.6832)	-16.5759 (1559.7752)
Valeur de ν_m	1.8357*** (0.2066)	2.1512*** (0.0839)	3.7051*** (0.9988)	3.4797*** (0.9114)	0.0002 (1.3921)	3.7144*** (0.9988)	12.5196 (242.2466)	0.0001 (1.6590)
$P(\nu = 0)$ (sortie lente)	0.9218*** (0.0296)	0.8645*** (0.0196)	0.6496*** (0.0621)	0.6311*** (-0.0674)	0.8497 .	0.6582*** (0.0600)	0.1978** (0.0971)	0.8454 .