



## **DOCUMENT DE RECHERCHE**

**EPEE**

**CENTRE D'ETUDE DES POLITIQUES ECONOMIQUES DE L'UNIVERSITE D'EVRY**

---

**L'effet du crédit d'impôt recherche sur le financement privé  
de la recherche : une évaluation économétrique**

***Emmanuel DUGUET***

**08 - 08**

**L'EFFET DU CREDIT D'IMPOT RECHERCHE SUR LE FINANCEMENT  
PRIVE DE LA RECHERCHE : UNE EVALUATION  
ECONOMETRIQUE<sup>1</sup>**

Emmanuel DUGUET<sup>2</sup>

Mai 2008



---

<sup>1</sup> L'auteur remercie B. Guédou pour ses commentaires ainsi que les participants au séminaire de l'EPEE (Université d'Evry), au séminaire « Economie et Econométrie de l'Innovation » (Paris I-CES, Paris II-ERMES, ENST-SES) et au « TIP Workshop » de l'OCDE (Décembre 2007, Paris). Cette étude a été réalisée dans le cadre d'un contrat de recherche mené par l'EPEE pour le Ministère de la Recherche.

<sup>2</sup> EPEE – Université d'Evry Val d'Essonne – 4, boulevard François Mitterrand – 91025 EVRY CEDEX. Courriel : emmanuel.duguet@univ-evry.fr

## Résumé

Cette étude examine si le crédit d'impôt recherche (CIR) en accroissement stimule les dépenses privées de R&D. Pour répondre à cette question, nous utilisons les enquêtes du Ministère de la Recherche sur la période 1993-2003, ainsi que les fichiers de la division CIR correspondants. Le principal problème consiste à déterminer si les entreprises auraient tout de même accru leurs dépenses de R&D en l'absence de mesure fiscale, ce qui nécessite le recours à une méthodologie statistique adaptée aux échantillons non expérimentaux (méthodes dites « à la Rubin »). Nous étudions dans un premier temps, la probabilité d'obtenir le CIR c'est-à-dire le processus de sélection des entreprises de notre échantillon. Il apparaît que la probabilité d'obtenir le CIR est d'autant plus élevée que le ratio RD/Chiffres d'affaires est élevé et qu'elle est d'autant plus faible que l'entreprise recourt aux subventions directes des différents ministères. Une fois que l'on connaît la probabilité d'être aidé pour chaque entreprise, on est en mesure de redresser les biais de sélection usuels sur ce type de données. Dans un second temps, nous évaluons l'effet du CIR sur le financement privé de la recherche (en tenant compte des subventions perçues par ailleurs). Nous trouvons que, globalement, le CIR s'ajoute aux dépenses de recherche privées : 1 Euro de crédit d'impôt générerait un peu plus d'un Euro de recherche totale.

**Mots-clés** : crédit d'impôt, évaluation, recherche et développement

**Classement JEL** : H25, O32, O38.

## Abstract

### **The effect of the R&D tax credit on the private funding of research: an econometric evaluation**

This study examines, at the firm level, whether the R&D tax credit based on the growth of R&D increases the private funding of R&D. In order to answer this question, we use the yearly surveys of the Ministry of Research over the period 1993-2003, as well as the corresponding firm-level tax files. The main issue is whether the firms would have increased their R&D expenditures without the tax incentive. In order to answer it, we make use of the Rubin methodology. In a first step, we study the determinants of the probability to benefit from the R&D tax credit, that is the selection process at work in the recipients' sample. We find that the probability to obtain a tax reduction increase with the R&D/Sales ratio and decreases with the direct R&D subsidies given the ministries. Once we have evaluated the probability to get the R&D tax credit, we are able to correct for the selection bias. In a second step, we evaluate the effect of the R&D tax credit on the private funding of research (once subtracted the direct subsidies from all the ministries). We find that, overall, the tax credit adds to the private funding of R&D: 1 Euro of tax credit would give slightly more than one Euro of total R&D.

**Keywords**: tax credit, evaluation, research and development

**JEL Classification**: H25, O32, O38

# SOMMAIRE

1	Introduction .....	4
2	Données et statistiques descriptives .....	7
2.1	Sources .....	7
2.2	Statistiques descriptives .....	10
2.3	L'estimateur « naïf » .....	13
3	Méthodologie .....	14
3.1	Méthodes traditionnelles .....	14
3.2	Méthodes prenant en compte les biais de sélection.....	17
3.3	Problème spécifique au dispositif en accroissement .....	20
3.4	Calcul des multiplicateurs .....	20
3.4.1	Multiplicateur par rapport aux dépenses .....	21
3.4.2	Multiplicateur par rapport au CIR distribué.....	22
4	Résultats .....	23
4.1	La probabilité d'obtenir le CIR .....	23
4.2	L'effet du CIR .....	25
5	Conclusion.....	30

# 1 Introduction

Les nombreuses études empiriques menés dans les pays de l'OCDE pendant les quinze dernières années montrent que la recherche et développement accroît significativement les performances des entreprises, qu'elles soient mesurées par la productivité, l'introduction de nouveaux produits, les exportations ou leur performance commerciale. La position économique d'un pays dépend donc de manière cruciale de sa capacité à fournir des incitations à la recherche et développement privée.

Or la recherche et développement pose des problèmes d'investissement spécifiques, qui ne se retrouvent pas toujours pour l'investissement matériel. Premièrement, la recherche génère de l'information et cette dernière ne peut pas être protégée efficacement des concurrents. Par l'imitation, des entreprises peuvent ainsi exploiter au moins en partie les investissements des autres. Deuxièmement, sur certains marchés, la concurrence porte explicitement sur l'innovation elle-même plus que sur l'organisation de la production. L'entreprise qui sort un produit en premier possède un avantage stratégique. Troisièmement, le résultat d'une recherche est par nature en partie aléatoire. Tous ces éléments réduisent les incitations à l'investissement immatériel par rapport aux investissements matériels. Si aucune mesure de politique économique n'était prise, les entreprises auraient donc tendance à sous-investir en recherche et développement.

Pour augmenter les incitations à faire de la recherche, il faut rendre cette activité plus rentable du point de vue des entreprises. Deux grands types de mesures ont été mises en œuvre : d'une part, le renforcement des droits de propriété industriels et intellectuels, et d'autre part, les aides financières à la recherche et développement. Le premier type de mesure repose généralement sur les brevets et les marques. En interdisant à la concurrence de capter, gratuitement, les bénéfices des investissements des autres entreprises, ces mesures visent à augmenter le rendement de la recherche pour le secteur privé. Ce premier type de mesure est souvent jugé comme insuffisant en raison de la difficulté à faire appliquer les protections prévues par la loi dans certains secteurs d'activité. De plus, pour se protéger efficacement des imitations, il faut engager des dépenses qui réduisent d'autant les bénéfices de la recherche. Le second type de mesure repose sur les subventions à la recherche et sur le crédit d'impôt recherche. Leur but est de diminuer le coût de la recherche.

Par rapport aux subventions, les mesures fiscales présentent quelques avantages et un inconvénient. Premièrement, une mesure fiscale concerne potentiellement la totalité des entreprises, quel que soit leur secteur d'activité ou leur taille. Deuxièmement, il laisse l'initiative des choix technologiques au marché, c'est-à-dire en dernière analyse aux consommateurs. Troisièmement, les démarches administratives se réduisent à une simple déclaration. Par rapport aux subventions, toutefois, les mesures fiscales ne font pas l'objet d'un examen préalable des projets de recherche et posent, de ce fait, avec plus d'acuité le problème de l'effet d'aubaine. Ainsi, des entreprises n'ayant pas tenu compte de la mesure peuvent s'apercevoir après coup qu'elles y ont droit, et demander le crédit d'impôt correspondant. Dans ce cas, il devient difficile de connaître l'impact réel de la mesure.

Selon une étude récente (Warda, 2006), la pratique des mesures fiscales se répand dans les pays de l'OCDE, de 12 pays en 1996 à 19 pays en 2005. Cette extension des dispositifs fiscaux pose le problème supplémentaire de la localisation des laboratoires de recherche au sein des pays de l'OCDE, sous l'hypothèse que les entreprises pratiqueraient une optimisation fiscale. Ainsi, à la problématique classique de l'incitation à la recherche privée, pourrait s'ajouter celle d'une concurrence entre pays pour la localisation de cette recherche.

En France, le Crédit d'impôt Recherche (CIR) a été institué en 1983. Jusqu'en 2003, il se calculait sur l'accroissement des dépenses de sorte que seules les entreprises qui augmentaient leurs dépenses de recherche et développement pouvaient en bénéficier. Le crédit d'impôt était égal à la moitié de l'accroissement des dépenses de recherche, et remboursable en cas de non-imposabilité. Depuis 2004, ce premier dispositif est complété par un crédit d'impôt dit en volume c'est-à-dire calculé sur le montant de recherche et développement effectué, que celui-ci soit à la hausse ou à la baisse. Jusqu'en 2005, les entreprises peuvent donc bénéficier d'un crédit d'impôt remboursable, égal à la somme de 5% de leurs dépenses de recherche et de 45% de l'accroissement du montant de leur recherche. Cette tendance se poursuit en 2006, avec un taux en volume à 10% et en accroissement à 40%.

Il est à noter que ce double dispositif existe maintenant dans plusieurs pays, bien que l'assiette soit différente d'un pays à l'autre et qu'il n'y soit pas toujours remboursable, voire même imposable...dans 9 pays sur 19. Sur les 19 pays de l'OCDE disposant d'un dispositif d'aide fiscale spécifique à la recherche et développement, 18 appliquent un mécanisme en volume (l'exception étant les Etats-Unis) et 8 un mécanisme en accroissement. Sept pays appliquent les deux

mécanismes simultanément, parfois sur des types de dépenses différents (Australie, Autriche, France, Irlande, Corée, Portugal et Espagne).

Mais ces mesures fiscales impliquent également une perte de recettes pour l'Etat. Il est assez difficile, dans ce domaine, d'effectuer une comparaison internationale. Pour la France, sur la décennie 1994-2003, le CIR représente une dépense annuelle moyenne de 465 millions d'Euros. L'extension de ce dispositif en 2004 a quasiment doublé ce chiffre, à 890 millions d'Euros.

Du point de vue de la société, ces mesures fiscales ne sont intéressantes que si elles augmentent réellement l'investissement privé en recherche. Le fait qu'elles proviennent de fonds publics (le crédit d'impôt étant, du point de vue des finances de l'Etat, équivalent à une subvention) justifie en soi qu'elles soient évaluées. Cette motivation ne peut qu'être renforcée par le doublement récent de son coût et, d'un point de vue plus général, par son extension à un plus grand nombre de pays.

A priori, deux types de phénomènes peuvent se produire quand on distribue un crédit d'impôt. D'une part, l'entreprise peut avoir intégré l'existence du crédit d'impôt dès la détermination de son investissement en recherche et décidé d'investir plus parce que cette mesure réduit le coût de l'investissement. Mais, d'autre part, il est possible que l'entreprise n'ait pas tenu compte de cette mesure, s'aperçoive après coup qu'elle a droit à un crédit d'impôt et le demande. Dans le premier cas, l'aide a l'effet escompté et a bien influencé les investissements. Dans le second cas, au contraire, l'aide n'a pas influencé le montant investi et l'on se trouve face à un « effet d'aubaine ». Dans la pratique, il est vraisemblable que les deux situations coexistent, de sorte que l'on cherche à évaluer un effet moyen de la mesure, afin de voir si, globalement, les effets positifs l'emportent.

Afin de réaliser cette évaluation il est important de considérer une période homogène du point de vue du dispositif. Cette étude portera donc sur la période 1993-2003, où il CIR est entièrement en accroissement, et à un taux identique. Ceci implique également que les conclusions de cet article ne peuvent porter que sur des mécanismes en accroissement.

## 2 Données et statistiques descriptives

Cette étude porte sur des données directes de perception du crédit d'impôt recherche par les entreprises. Ce point est important car toutes les entreprises qui ont droit au crédit d'impôt recherche ne le demandent pas forcément.

### 2.1 Sources

Les échantillons utilisés dans cette étude sont constitués de trois sources :

- les enquêtes annuelles d'entreprises qui fournissent les informations comptables ;
- les enquêtes R&D, du Ministère de la Recherche, qui fournissent les données sur les dépenses de recherche et développement, les subventions reçues par les entreprises et les effectifs de recherche ;
- la base de données CIR, qui fournit la liste des bénéficiaires de cette mesure ainsi que les montants qu'ils ont obtenus.

Afin de disposer d'une mesure comparable avec les études antérieures du financement privé de la recherche, on utilise les dépenses de recherche renseignée dans l'enquête R&D. Ces dépenses correspondent au critère de Frascati (OCDE, 2002).

Le financement privé de la R&D est défini comme la différence entre la dépense totale de R&D d'une part, et la somme de toutes les subventions reçues et du CIR d'autre part. Elle représente la dépense de recherche financée par le secteur privé.

Pour pouvoir étudier l'effet du CIR sur le taux de croissance du financement privé nous avons réalisé des échantillons biannuels sur la période 1993-2003.<sup>3</sup> Ces échantillons comprennent les variables de l'EAE, de l'enquête Recherche et du fichier CIR.

Les principales caractéristiques des échantillons sont présentées dans le Tableau 1. Les échantillons comprennent entre 1133 et 1645 entreprises par an, dans tous les secteurs d'activité. A peu près 20% des entreprises bénéficient du CIR seul ou seulement d'une subvention et 7% bénéficient des deux mesures simultanément. Entre 50 et 60% des entreprises chaque année ne bénéficient ni de

---

<sup>3</sup> Les données de l'EAE ne sont disponibles depuis 1985 que pour l'industrie. Une évaluation séparée sur l'industrie pourra être réalisée et mise en annexe du rapport final.



subventions ni du CIR. Ce dernier point est important car les évaluations reposent en bonne partie sur une comparaison entre les entreprises qui bénéficient d'une aide et celles qui ne bénéficient d'aucun mécanisme. Ces entreprises sont ici en nombre suffisant.

**Tableau 1 : Occurrence des aides à la recherche et développement**

Année	Subvention seule	CIR seul	Les deux	Sans aide	Nombre d'entreprises
1994	21,1%	19,5%	8,6%	50,9%	1553
1995	19,1%	18,4%	7,4%	55,1%	1645
1996	19,5%	16,7%	7,0%	56,9%	1639
1997	18,8%	17,3%	6,1%	57,9%	1570
1998	20,1%	17,2%	6,3%	56,3%	1482
1999	20,1%	17,2%	7,1%	55,5%	1491
2000	20,0%	17,6%	8,5%	53,9%	1213
2001	16,8%	19,1%	7,9%	56,2%	1133
2002	17,0%	18,3%	6,5%	58,1%	1299
2003	17,6%	16,7%	5,8%	59,8%	1542

Champ : présence deux années consécutives dans les enquêtes Recherche et l'EAE

Les montants des aides sont rappelés dans le tableau 2. Comme attendu, les subventions représentent les montants d'aide les plus importants, et le CIR ne représente qu'à peu près 10% des aides reçues par les entreprises. Il est toutefois important de garder à l'esprit que ce ne sont généralement pas les mêmes entreprises qui perçoivent les deux types d'aide. Le montant de CIR présent dans les échantillons représente entre le tiers et la moitié, selon les années, du montant total distribué.

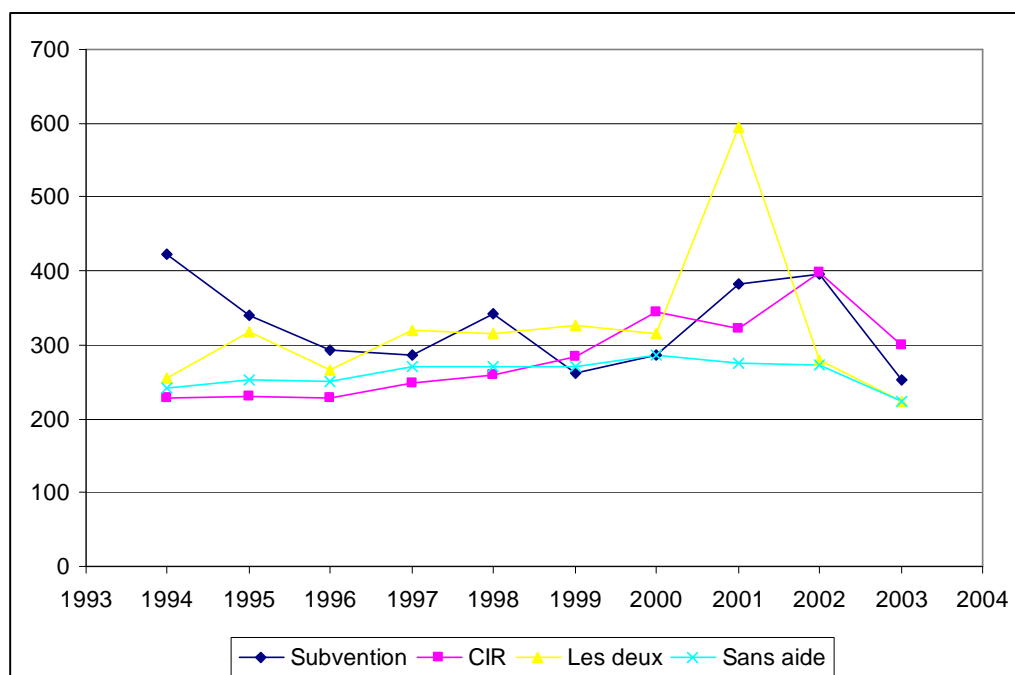
Le CIR, de par son caractère fiscal, s'adresse à toutes les entreprises. Le graphique 1 montre la taille médiane des entreprises selon le mécanisme d'aide. La taille médiane est assez proche dans tous les cas, autour de 300 salariés. Toutefois cette proximité cache la forte différence d'asymétrie des tailles selon le mécanisme. Pour examiner cette question il faut utiliser la taille moyenne, qui inclut par définition les grandes entreprises, contrairement à la taille médiane.

**Tableau 2 : Montants des aides**

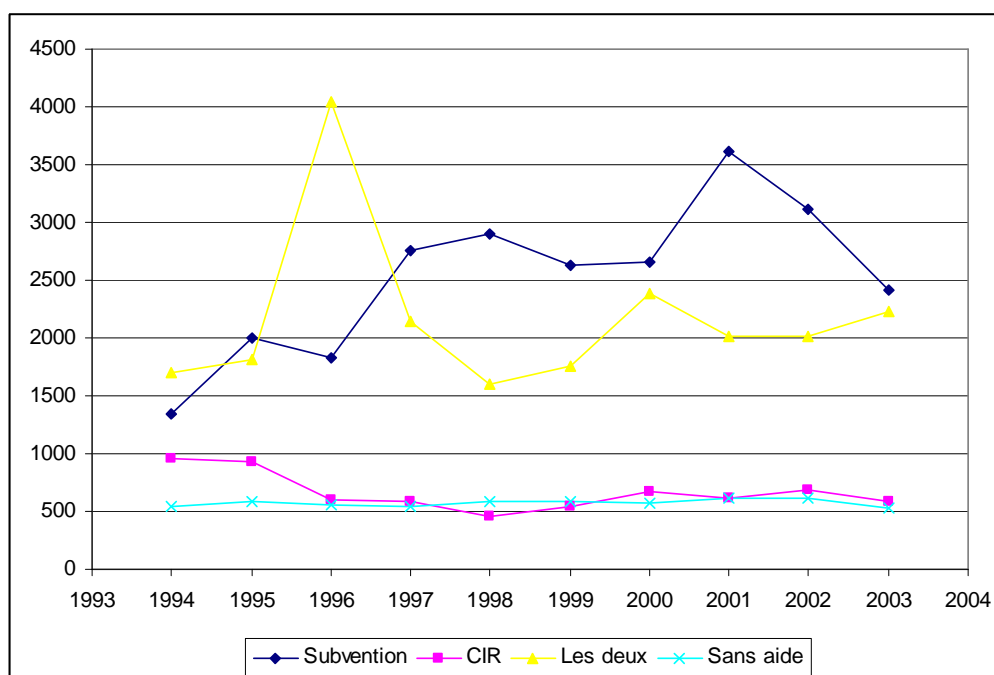
Année	Subventions	CIR	Total*
1994	94,8%	5,2%	2 292
1995	92,5%	7,5%	2 045
1996	92,0%	8,0%	1 542
1997	90,2%	9,8%	1 253
1998	88,4%	11,6%	1 207
1999	91,1%	8,9%	2 083
2000	93,1%	6,9%	1 727
2001	87,7%	12,3%	1 573
2002	90,5%	9,5%	1 901
2003	90,3%	9,7%	1 194

\*En millions d'Euros, sur l'échantillon

**Graphique 1 – Effectif médian des entreprises selon le mécanisme d'aide (nombre de salariés)**



**Graphique 2 – Effectif moyen des entreprises selon le mécanisme d'aide (nombre de salariés)**



Le graphique 2 présente la taille moyenne des entreprises selon leur mécanisme d'aide. La population se divise clairement en deux groupes : les plus grandes entreprises bénéficient des subventions ou des deux mécanismes, alors que les plus petites entreprises bénéficient soit du CIR soit d'aucune mesure. On retrouve ici l'idée selon laquelle le CIR est plus favorable aux PME. Ce point est important car nous avons vu dans le Tableau 1 que les subventions et le CIR sont complémentaires, au sens où, majoritairement, ce ne sont pas les mêmes entreprises qui perçoivent les deux types d'aide.

## **2.2 Statistiques descriptives**

Dans un premier temps, nous effectuons des comparaisons de moyennes, afin de voir quel est l'effet apparent du CIR dans les statistiques. Deux types de comparaison sont effectués. Une première comparaison, statique, examine les différences de taux de croissance du financement privé de la R&D selon le mécanisme d'aide dont l'entreprise bénéficie. Une seconde comparaison, dynamique, examine ces mêmes taux de croissance selon la position de l'entreprise dans le CIR. Quatre cas sont possibles : absence du mécanisme pendant deux ans, présence

dans le mécanisme pendant deux ans, entrée dans le CIR ou sortie du CIR. On s'attend à ce que les entreprises qui perçoivent le CIR pendant deux ans ou qui entrent dans le mécanisme aient le taux de croissance le plus fort.

La comparaison statique est présentée dans le tableau 3. On constate que les entreprises bénéficiant du CIR ont le taux de croissance du financement privé le plus fort, ce qui est relié en partie au mode d'attribution du CIR, qui s'applique à la variation des dépenses. Viennent ensuite les entreprises qui bénéficient des subventions et du CIR, puis celles qui bénéficient de subventions ou d'aucune aide. Notons ici qu'un taux de croissance nul du financement privé de la recherche correspond bien à une aide efficace parce que le financement privé est maintenu *en plus* des aides accordées. Un taux de croissance positif correspond donc à un effet multiplicateur.

**Tableau 3 : Comparaison statique des taux de croissance du financement privé de la recherche**

		Subvention	CIR	Les deux	Sans aide
1993-1994	Financement privé	-11,5%	-6,3%	0,9%	-18,3%
	Student	4,99*	3,07*	0,29	12,71*
1994-1995	Financement privé	3,2%	11,6%	9,1%	2,9%
	Student	1,72	6,46*	3,31*	2,91*
1995-1996	Financement privé	0,6%	6,8%	3,3%	1,1%
	Student	0,31	3,54*	1,15	1,05
1996-1997	Financement privé	-1,6%	9,7%	7,2%	2,3%
	Student	0,89	5,19*	2,31*	2,34*
1997-1998	Financement privé	1,6%	10,3%	2,4%	1,0%
	Student	0,83	5,53*	0,65	0,93
1998-1999	Financement privé	-2,1%	10,5%	8,6%	0,2%
	Student	0,84	4,21*	1,83	0,13
1999-2000	Financement privé	-0,3%	6,9%	3,1%	-1,1%
	Student	0,12	2,84*	0,68	0,74
2000-2001	Financement privé	6,5%	6,6%	8,1%	3,9%
	Student	2,15*	2,58*	2,18*	2,11*
2001-2002	Financement privé	0,0%	11,5%	1,0%	-1,4%
	Student	0,00	5,24*	0,22	0,92
2002-2003	Financement privé	-2,6%	8,1%	-1,2%	-1,8%
	Student	0,88	3,28*	0,32	1,32

\*significatif au seuil de 5%

La comparaison dynamique porte spécifiquement sur le CIR et fournit donc plus de détails sur son effet apparent (Tableau 4).<sup>4</sup> Ici, on examine les différences de financement privé quand l'entreprise gagne ou perd le CIR. Un effet positif de la mesure voudrait que le financement privé s'accroisse (ou ne baisse pas) quand on attribue le CIR, et un effet négatif que le financement privé augmente quand on retire le CIR. Le taux de croissance le plus fort est, de loin, celui des entreprises qui sont présentes dans le dispositif pendant deux ans de suite. Celui des autres entreprises n'est souvent pas significatif. Ce point est intéressant car il indique que les entreprises ne semblent pas recourir au CIR de manière transitoire. En effet, si tel était le cas, on devrait constater un taux de croissance plus fort pour les entrants.

**Tableau 4 : Comparaison dynamique des taux de croissance du financement privé de la recherche**

On compare ici les variations des taux de croissance du financement privé de la RD quand les entreprises entrent où sortent du dispositif. Il s'agit également d'un estimateur naïf. \*\* écart significatif au seuil de 5%. \* écart significatif au seuil de 10%.

	(CIR en t-1, CIR en t)				Effet de l'entrée dans le dispositif		Effet du maintien dans le dispositif	
	(Non, Non)	(Non, Oui)	(Oui, Non)	(Oui, Oui)	(Non,Oui)- (Non,Non)	Student	(Oui,Oui)- (Oui,Non)	Student
(1993,1994)	-0,162	-0,131	-0,168	-0,015	0,032	0,77	0,154	4,27**
(1994,1995)	0,028	0,079	0,042	0,119	0,051	1,56	0,077	2,43**
(1995,1996)	0,010	0,054	0,006	0,059	0,044	1,16	0,054	1,60
(1996,1997)	0,010	0,026	0,040	0,118	0,016	0,52	0,078	2,40**
(1997,1998)	0,009	0,032	0,032	0,103	0,023	0,64	0,070	1,82*
(1998,1999)	-0,004	-0,004	-0,006	0,164	0,000	0,01	0,170	4,32**
(1999,2000)	-0,015	-0,012	0,040	0,088	0,004	0,10	0,048	1,03
(2000,2001)	0,047	0,003	0,030	0,098	-0,043	1,12	0,068	1,39
(2001,2002)	-0,012	0,010	-0,001	0,122	0,022	0,55	0,123	3,08**
(2002,2003)	-0,018	-0,006	-0,036	0,085	0,012	0,31	0,120	2,65**

<sup>4</sup> Apparent, parce que les comparaisons de moyennes sont généralement affectées de biais de sélection.

La comparaison indique que les entreprises qui entrent dans le CIR s'efforcent de maintenir un taux de croissance élevé pour le financement privé de leur recherche, qui dépasse souvent 10%. Les entreprises en phase d'entrée ou de sortie, au contraire, ne semble pas se comporter de manière très différentes des non bénéficiaires. Globalement, on tend à trouver un effet d'addition pour les entrants dans le dispositif (le CIR s'ajouterait au financement privé) et un effet d'entraînement pour ceux qui restent dans le dispositif (le CIR augmenterait le financement privé lui-même).

### 2.3 L'estimateur « naïf »

On appelle estimateur naïf la comparaison des moyennes arithmétiques. Sa dénomination vient du fait qu'il s'agit de l'estimateur qu'il faut employer sur données expérimentales. Dans la pratique des biais de sélection peuvent apparaître sur cet estimateur, car les entreprises aidées n'ont pas les mêmes caractéristiques que les entreprises non aidées, de sorte qu'il faut interpréter l'écart des performances moyennes avec prudence. Il demeure toutefois à la base des comparaisons. Cette comparaison entre bénéficiaires du CIR et non bénéficiaires est présentée dans le tableau 5.

**Tableau 5 : Comparaison des taux de croissance moyens du financement privé de la recherche**

Le financement privé de la recherche est calculé à partir de l'enquête R&D

	Avec CIR	Sans CIR	Différence	Student
1993-1994	-0,041	-0,163	0,122	5,80*
1994-1995	0,108	0,030	0,079	4,52*
1995-1996	0,058	0,010	0,048	2,60*
1996-1997	0,090	0,013	0,077	4,22*
1997-1998	0,081	0,012	0,070	3,59*
1998-1999	0,099	-0,004	0,104	4,10*
1999-2000	0,056	-0,009	0,065	2,53*
2000-2001	0,070	0,045	0,025	0,97
2001-2002	0,087	-0,011	0,098	4,07*
2002-2003	0,057	-0,020	0,077	3,14*

\* significatif au seuil de 5%

Le résultat est clair : sur toutes les périodes, à l'exception de 2000-2001, les entreprises bénéficiaires du CIR ont plus fortement accru le financement privé de la R&D que les autres entreprises. La différence sur les années significatives est comprise entre 8% et 12% du financement privé.

### 3 Méthodologie

Pour obtenir l'effet du CIR, il faut évaluer la différence entre la performance que l'entreprise a réalisé avec le CIR et celle qu'elle aurait réalisé en l'absence de ce mécanisme. Différents types de comparaison peuvent être effectués entre les entreprises présentes dans le dispositif et les autres. On peut distinguer les méthodes traditionnelles des méthodes par appariement. Dans la suite, on note  $y_{1,i}$  la performance de l'entreprise  $i$  quand elle est dans le dispositif et  $y_{0,i}$  sa performance quand elle n'y est pas. Le problème d'évaluation vient du fait que l'on n'observe jamais ces deux quantités en même temps, mais seulement  $y_{1i}$  quand l'entreprise bénéficie du CIR et seulement  $y_{0i}$  quand elle n'en bénéficie pas. La seule donnée observable est la suivante :

$$y_i = (1 - T_i)y_{0i} + T_i y_{1i} \text{ avec } T_i = \begin{cases} 1 & \text{si l'entreprise } i \text{ bénéficie du CIR} \\ 0 & \text{si l'entreprise } i \text{ n'en bénéficie pas} \end{cases}$$

#### 3.1 Méthodes traditionnelles

La méthode la plus simple consiste à estimer l'effet du CIR en comparant les performances des entreprises (i.e. le taux de croissance du financement privé de la recherche) selon que l'entreprise bénéficie ou non du CIR. Cette méthode serait bien adaptée si les données étaient expérimentales. On aurait alors l'estimateur suivant :

$$\hat{c} = \frac{1}{N_1} \sum_{i \in I_1} y_i - \frac{1}{N_0} \sum_{i \in I_0} y_i$$

Où  $I_1$  représente l'ensemble des bénéficiaires, d'effectif  $N_1$ , et  $I_0$  l'ensemble des non bénéficiaires, d'effectif  $N_0$ . On appelle également cet estimateur « l'estimateur naïf ».

Une deuxième méthode consiste à effectuer une régression par les moindres carrés ordinaires sur un ensemble de variables explicatives  $X_i$  et l'indicatrice de CIR  $T_i$ . Le modèle que l'on estime est le suivant :

$$y_i = a + X_i b + c T_i + u_i,$$

Où  $u_i$  est un terme d'erreur d'espérance nulle. On obtient les deux cas particuliers suivants. Lorsque  $T_i = 0$ , on a  $E(y_i | T_i = 0) = a + X_i b$ , et lorsque  $T_i = 1$ , on a  $E(y_i | T_i = 1) = a + X_i b + c$ , ce qui implique que le coefficient de l'aide mesure son effet moyen sur les performances :

$$c = E(y_i | T_i = 1) - E(y_i | T_i = 0)$$

Par rapport à la comparaison des moyennes, cet estimateur permet d'éliminer la partie de l'écart des moyennes qui provient des variables explicatives  $X_i$ . Mais cet estimateur n'est pas entièrement satisfaisant parce qu'il suppose que l'effet du CIR serait constant pour toutes les entreprises (égal à  $c$ ).

Une troisième méthode permet d'obtenir une méthode a priori plus satisfaisante. On suppose maintenant qu'il y a deux modèles différents selon que l'entreprise bénéficie du CIR ou non :

$$y_{0i} = a_0 + X_i b_0 + u_{0i} \quad \text{et} \quad y_{1i} = a_1 + X_i b_1 + u_{1i},$$

Chaque entreprise a donc deux performances potentielles. Le modèle que l'on observe est donc :

$$y_i = (1 - T_i) y_{0i} + T_i y_{1i} = (1 - T_i)(a_0 + X_i b_0 + u_{0i}) + T_i(a_1 + X_i b_1 + u_{1i}),$$

après simplification, on obtient un modèle de la forme :

$$y_i = \beta_0 + X_i \beta_1 + T_i \beta_2 + T_i X_i \beta_3 + u_i,$$

on doit donc estimer un modèle avec les variables explicatives  $X_i$  et l'indicatrice d'aide  $T_i$  mais également avec les produits croisés de ces variables. Si les variables  $X_i$  sont centrées, on montre que le coefficient du CIR  $\beta_2$  mesure l'effet de l'aide sur les performances.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> La structure du modèle implique également que la perturbation est hétéroscédastique car la perturbation du modèle est différente selon que  $T_i = 0$  ou  $T_i = 1$ . Nous en tenons compte dans nos estimations.



**Tableau 6 - Estimateurs traditionnels**

Toutes les variables explicatives sont décalées d'une année. La variable expliquée est le taux de croissance du financement privé de la R&D. Variables explicatives décalée d'un an : financement privé de la R&D, chiffres d'affaires, taux de R&D, indicatrice d'exportation, taux d'exportation, indicatrice sectorielle (NAF 16). Les écarts-types sont robustes à l'hétéroscédasticité. Le coefficient présenté est celui de l'indicatrice de CIR de l'année courante. \*\* significatif au seuil de 5%. \* significatif au seuil de 10%.

	1994-1993		1995-1994		1996-1995		1997-1996		1998-1997		1999-1998		2000-1999		2001-2000		2002-2001		2003-2002	
	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student
<b>Ecart des moyennes (identique au tableau 5)</b>	<b>0,122</b>	5,80**	<b>0,079</b>	4,53**	<b>0,048</b>	2,60**	<b>0,077</b>	4,23**	<b>0,070</b>	3,59**	<b>0,104</b>	4,11**	<b>0,065</b>	2,53**	<b>0,025</b>	0,97	<b>0,098</b>	4,07**	<b>0,077</b>	3,14**
<b>MCO</b>	<b>0,114</b>	5,39**	<b>0,086</b>	5,00**	<b>0,051</b>	2,75**	<b>0,079</b>	4,42**	<b>0,074</b>	3,83**	<b>0,101</b>	4,04**	<b>0,058</b>	2,25**	<b>0,030</b>	1,17	<b>0,100</b>	4,24**	<b>0,068</b>	2,82**
<b>MCO avec produits croisés</b>	<b>0,104</b>	4,73**	<b>0,084</b>	4,71**	<b>0,048</b>	2,53**	<b>0,066</b>	3,67**	<b>0,075</b>	3,81**	<b>0,088</b>	3,28**	<b>0,054</b>	2,00**	<b>0,039</b>	1,55	<b>0,105</b>	4,39**	<b>0,068</b>	2,69**

Les résultats des méthodes traditionnelles sont présentés dans le tableau 6. La méthode de régression simple donne des résultats qui varient entre l'absence d'effet du CIR sur la RD privée (en 2001) à un effet important de +11,4%. Les effets sont globalement plus faibles que ceux obtenus par la comparaison des moyennes arithmétiques (jusqu'à +12,2%), ce qui montre que les variables explicatives expliquent une partie de l'écart des taux de croissance entre les entreprises aidées et non aidées. Si l'on inclut les produits croisés des variables explicatives avec l'indicatrice de CIR, on obtient une variation de 0 à 10,4%, qui montre que les produits croisés expliquent eux-mêmes une partie des écarts de performances. Mais globalement l'écart de taux de croissance entre les bénéficiaires du CIR et les autres entreprises reste important. Ceci peut provenir du fait que la méthode des moindres carrés est insuffisante à contrôler toutes les différences entre les deux groupes d'entreprises.

Qualitativement, ces premiers résultats indiquent que l'effet du CIR varierait entre un simple effet d'addition (la dépense privée reste inchangée et donc ne diminue pas) quand on obtient le CIR, à un effet d'entraînement (la dépense privée augmente et donc la dépense totale augmente d'un montant supérieur au CIR distribué).

### **3.2 Méthodes prenant en compte les biais de sélection**

Pour que les estimateurs précédents soient valables, il faudrait toutefois que le CIR soit attribué au hasard afin de se retrouver dans des conditions expérimentales. Or ceci n'a aucune chance de se produire en pratique parce qu'il existe des conditions précises d'attribution du CIR. Il faut donc « rééquilibrer » l'échantillon de manière à avoir des entreprises aidées et non aidées comparables. Dans la pratique cela revient à appairer chaque entreprise aidée à des entreprises non aidées qui ont les mêmes caractéristiques qu'elles. Il existe de nombreuses méthodes d'appariement dans la littérature. Nous suivons ici l'approche de Rosenbaum et Rubin (1983), qui montrent que l'on peut effectuer cet appariement sur la probabilité d'obtenir le CIR.

En effet, si deux entreprises ont la même probabilité d'obtenir le CIR, que la première l'a obtenu et pas la seconde, tout se passe comme si le CIR était alloué au hasard entre ces deux entreprises. Pour chaque entreprise bénéficiaire, on recherche

donc les entreprises non bénéficiaires qui ont la même probabilité qu'elle d'obtenir le CIR, puis on calcule l'écart entre la performance de l'entreprise aidée et la moyenne des performances des entreprises non aidées. On refait cette opération pour chaque entreprise bénéficiaire, puis on calcule la moyenne des écarts ainsi obtenu.

La même méthode permet de calculer l'effet potentiel du CIR sur les entreprises qui n'ont pas été aidées. Il suffit d'apparier chaque entreprise non aidée avec les bénéficiaires du CIR qui ont la même probabilité qu'elle d'être aidées, puis de réaliser les calculs décrits plus haut. Enfin, on calcule par la même méthode l'effet potentiel du CIR sur toute la population des entreprises.

Il reste à évaluer la probabilité d'obtenir le CIR. Pour cela, on estime un modèle Probit dont on utilise les probabilités prévues. Notons que ceci implique de modifier le calcul des statistiques de Student pour tenir compte de cette estimation de première étape, ce que nous avons fait. Une autre précaution est de réaliser l'estimation sur le support commun des distributions de probabilités d'obtenir l'aide, afin de comparer des entreprises comparables.<sup>6</sup>

On applique trois méthodes sur le support commun des probabilités :

- les méthodes traditionnelles, afin de voir l'effet du changement d'échantillon sur les résultats ;
- l'appariement par la méthode du noyau, qui fait partie des méthodes à la Rubin. Elle permet de séparer l'effet sur les aidés et les non aidés tout en corrigeant les biais de sélection ;
- la méthode des moments (estimateur dit « pondéré ») qui est équivalente à la méthode du noyau mais beaucoup plus rapide à calculer. Son intérêt est essentiellement pratique, si l'on veut étendre l'analyse à d'autres variables de performances et réduisant le temps de calcul au maximum.

Le tableau 7 présente les méthodes traditionnelles sur le support commun. On ne note pas de différence importante avec les estimations précédentes, de sorte que le fait de prendre des entreprises plus comparables n'affecte pas qualitativement les résultats.

---

<sup>6</sup> Dans la pratique, on définit les intervalles de probabilité par les premier et 99<sup>e</sup> centiles des distributions.

**Tableau 7 - Estimateurs traditionnels sur le support commun des probabilités d'obtenir le CIR**

Toutes les variables explicatives sont décalées d'une année. La variable expliquée est le taux de croissance du financement privé de la R&D. Variables explicatives décalée d'un an : financement privé de la R&D, chiffres d'affaires, taux de R&D, indicatrice d'exportation, taux d'exportation, indicatrice sectorielle (NAF 16). Les écarts-types sont robustes à l'hétéroscédasticité. Le coefficient présenté est celui de l'indicatrice de CIR de l'année courante. \*\* significatif au seuil de 5%. \* significatif au seuil de 10%.

	1994-1993		1995-1994		1996-1995		1997-1996		1998-1997		1999-1998		2000-1999		2001-2000		2002-2001		2003-2002	
	Coef	Student	Coef	Student	Coef	Student	Coef	Student	Coef	Student	Coef	Student	Coef	Student	Coef	Student	Coef	Student	Coef	Student
<b>Ecart des moyennes</b>	<b>0,123</b>	5,57**	<b>0,092</b>	4,93**	<b>0,050</b>	2,56**	<b>0,084</b>	4,37**	<b>0,065</b>	3,25**	<b>0,106</b>	3,97**	<b>0,071</b>	2,69**	<b>0,053</b>	1,93*	<b>0,112</b>	4,61**	<b>0,086</b>	3,31**
<b>MCO</b>	<b>0,110</b>	5,05**	<b>0,089</b>	4,90**	<b>0,052</b>	2,68**	<b>0,078</b>	4,09**	<b>0,063</b>	3,20**	<b>0,099</b>	3,77**	<b>0,063</b>	2,43**	<b>0,040</b>	1,48	<b>0,113</b>	4,73**	<b>0,073</b>	2,89**
<b>MCO avec produits croisés</b>	<b>0,100</b>	4,46**	<b>0,085</b>	4,59**	<b>0,047</b>	2,43**	<b>0,067</b>	3,50**	<b>0,065</b>	3,35**	<b>0,086</b>	3,14**	<b>0,064</b>	2,50**	<b>0,040</b>	1,58	<b>0,112</b>	4,70**	<b>0,065</b>	2,47**

### **3.3 Problème spécifique au dispositif en accroissement**

Le problème du dispositif en accroissement vient du fait que notre variable de performance peut être corrélée aux conditions d'attributions. En effet, l'attribution se fait sur l'écart entre l'effort courant de RD privée et la moyenne des trois années précédentes. Cette corrélation est atténuée par deux caractéristiques de nos données. D'une part, la variable de performance est différente de la variable d'attribution du CIR, elle est basée sur l'écart entre deux années consécutives, mais le choix de cette mesure de performance peut poser problème. D'autre part, notre définition de la RD (au sens de Frascati) est différente de celle du CIR.

Après avoir utilisé d'autres méthodes susceptibles d'effacer cette critique (à base de variables instrumentales notamment), nous proposons tout le long de l'étude de borner l'effet de l'aide par deux estimateurs :<sup>7</sup>

1. l'estimateur sur tout l'échantillon : il peut surestimer la performance du CIR car seules les entreprises qui ont un accroissement de leur recherche bénéficie du CIR ;
2. l'estimateur sur le sous-échantillon des entreprises *qui ont un accroissement des dépenses privées de RD* : il sous-estime la performance du CIR car les entreprises qui ont accru leur RD à cause du CIR sont exclues de l'échantillon. Notons que ce dernier estimateur ne peut être calculé que parce qu'il existe des entreprises qui ont un accroissement de leur RD qui ne *demandent pas* le CIR.

### **3.4 Calcul des multiplicateurs**

Il existe deux manières de calculer des multiplicateurs dans la littérature : premièrement, par rapport aux dépenses que les entreprises auraient faites en l'absence de mesure ; secondement, par rapport au montant de CIR distribué.

---

<sup>7</sup> Pour information, les estimations à variables instrumentales réalisées trouvent un effet positif et plus fort du CIR que ceux obtenus par les méthodes d'appariement.

### 3.4.1 Multiplicateur par rapport aux dépenses

Tous les calculs de multiplicateurs sont effectués sur les entreprises aidées. On peut calculer un multiplicateur de dépenses de RD soit par rapport aux dépenses privées de RD soit par rapport aux dépenses totales de RD.

Par rapport aux dépenses privées, on remarque qu'en présence du dispositif les entreprises on investi  $R_1$ , et qu'elles auraient investi seulement  $R_1/(1+c_1)$  en l'absence de dispositif, où  $c_1$  est l'effet du CIR sur les entreprises aidées. On en déduit que le multiplicateur de dépenses privées est égal à :

$$m_p = \frac{R_1}{\left(\frac{R_1}{1+c_1}\right)} = 1+c_1,$$

Sachant que l'on dispose d'une estimation  $\hat{c}_1$  de l'effet du CIR sur les aidés, et que,  $V(1+\hat{c}_1) = V(\hat{c}_1)$ , l'intervalle de confiance de niveau 95% du multiplicateur est défini par :

$$\left[1+\hat{c}_1 - 1,96 \times \sqrt{\hat{V}(\hat{c}_1)}, 1+\hat{c}_1 + 1,96 \times \sqrt{\hat{V}(\hat{c}_1)}\right]$$

Par rapport aux dépenses totales hors subventions, les dépenses totales en présence de dispositif sont égales à  $R_1 + \text{CIR}$  alors qu'elles seraient toujours égales à  $R_1/(1+c_1)$  en l'absence du dispositif. Le multiplicateur de dépenses totales est donc égal à :

$$m_T = \frac{R_1 + \text{CIR}}{\left(\frac{R_1}{1+c_1}\right)} = (1+c_1)\left(1 + \text{CIR}/R_1\right),$$

On prend la moyenne de ces multiplicateurs, ce qui revient à remplacer les ratios  $\text{CIR}/R_1$  par leur valeur moyenne sur l'échantillon des entreprises aidées ce qui donne :

$$\bar{m}_T = (1+c_1)\left(1 + \overline{\text{CIR}/R_1}\right)$$

En considérant ce dernier ratio comme certain (car calculé automatiquement à partir des dépenses des entreprises), on a  $V\left[(1+\hat{c}_1)\left(1 + \overline{\text{CIR}/R_1}\right)\right] = \left(1 + \overline{\text{CIR}/R_1}\right)V(\hat{c}_1)$ , l'intervalle de confiance de niveau 95% du multiplicateur est égal à :

$$\left[ (1 + c_1) \left( 1 + \overline{\text{CIR} / R_1} \right) - 1,96 \times \left( 1 + \overline{\text{CIR} / R_1} \right) \times \sqrt{\hat{V}(\hat{c}_1)}, 1 + \hat{c}_1 + 1,96 \times \left( 1 + \overline{\text{CIR} / R_1} \right) \times \sqrt{\hat{V}(\hat{c}_1)} \right]$$

### 3.4.2 Multiplicateur par rapport au CIR distribué

Par rapport aux dépenses privées, la variation des dépenses privées de RD induites par le CIR est égale à :

$$R_1 - R_0 = R_1 - \frac{R_1}{1 + c_1} = \frac{c_1}{1 + c_1} R_1,$$

le multiplicateur est donc donné par :

$$M_p = \frac{c_1}{1 + c_1} \frac{R_1}{\text{CIR}}.$$

On l'estime au point moyen de l'échantillon par :

$$\hat{M}_p = \frac{\hat{c}_1}{1 + \hat{c}_1} \left( \frac{R_1}{\text{CIR}} \right),$$

et l'on a, asymptotiquement :

$$V \left( \frac{\hat{c}_1}{1 + \hat{c}_1} \right) = \left( \frac{1}{1 + c_1} \right)^2 V(\hat{c}_1),$$

ce qui implique l'intervalle de confiance asymptotique de niveau 95% :

$$\left[ \frac{\hat{c}_1}{1 + \hat{c}_1} \left( \frac{R_1}{\text{CIR}} \right) - 1,96 \times \frac{1}{1 + \hat{c}_1} \left( \frac{R_1}{\text{CIR}} \right) \sqrt{\hat{V}(\hat{c}_1)}, \frac{\hat{c}_1}{1 + \hat{c}_1} \left( \frac{R_1}{\text{CIR}} \right) + 1,96 \times \frac{1}{1 + \hat{c}_1} \left( \frac{R_1}{\text{CIR}} \right) \sqrt{\hat{V}(\hat{c}_1)} \right]$$

Par rapport aux dépenses totales, la variation des dépenses totales de RD induites par le CIR est égale à :

$$R_1 + \text{CIR} - R_0 = \frac{c_1}{1 + c_1} R_1 + \text{CIR}$$

de sorte que le multiplicateur est donné par :

$$M_T = \frac{c_1}{1 + c_1} \frac{R_1}{\text{CIR}} + 1 = 1 + M_p.$$

ce qui implique l'intervalle de confiance asymptotique de niveau 95% :

$$\left[ 1 + \frac{\hat{c}_1}{1 + \hat{c}_1} \left( \frac{R_1}{CIR} \right) - 1,96 \times \frac{1}{|1 + \hat{c}_1|} \left( \frac{R_1}{CIR} \right) \sqrt{\hat{V}(\hat{c}_1)}, 1 + \frac{\hat{c}_1}{1 + \hat{c}_1} \left( \frac{R_1}{CIR} \right) + 1,96 \times \frac{1}{|1 + \hat{c}_1|} \left( \frac{R_1}{CIR} \right) \sqrt{\hat{V}(\hat{c}_1)} \right]$$

## 4 Résultats

Dans un premier temps nous examinerons les déterminants de la probabilité d'obtenir le CIR, avant de passer, dans un second temps, à l'évaluation proprement dite.

### 4.1 La probabilité d'obtenir le CIR

Le principal déterminant de l'obtention du CIR est la présence dans le dispositif l'année précédente (Tableau 8). Ce résultat tend à donner une certaine pertinence à la comparaison dynamique du Tableau 4. D'autres variables peuvent également influencer sur la probabilité d'obtenir le CIR : le taux de R&D augmente la probabilité de l'obtenir et le fait d'obtenir des subventions la réduit. Dans ce dernier cas, on peut y voir un effet mécanique du fait que les subventions sont retranchées des dépenses de recherche pour déterminer l'éligibilité au CIR. Enfin, certaines activités sont plus présentes dans le dispositif certaines années sans qu'il y ait de régularité remarquable.

Un second résultat intéressant est le faible nombre de variables significatives dans la plupart des régressions. Ce résultat signifie que le mécanisme d'entrée dans le CIR est assez peu discriminant et que le dispositif est donc plus large que, par exemple, l'attribution des subventions à la recherche. Nous avons également estimé la probabilité d'obtenir le CIR sans tenir compte de l'obtention du CIR l'année précédente (résultats non reportés ici) et la variable qui sort le plus fortement est le ratio RD/chiffre d'affaires de l'année précédente. Le CIR est donc attribué aux entreprises qui affectent les plus grandes part de leurs ventes à la recherche. Ce type de sélection explique sans doute une bonne partie des résultats.



**Tableau 8 : Estimation du modèle Probit de perception du CIR**

Toutes les variables explicatives sont décalées d'une année. La variable expliquée est la perception (oui/non) du CIR.

	1994-1993		1994-1993		1995-1994		1995-1994		1996-1995		1996-1995		1997-1996		1997-1996		1998-1997		1998-1997	
	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student
Constante	-0,80	2,39	-0,86	5,89	-1,08	3,10	-1,00	7,56	-1,06	3,11	-1,27	22,43	-0,97	2,68	-1,29	23,52	-1,41	3,66	-0,99	7,17
Indicatrice CIR décalée	1,59	20,24	1,59	20,39	1,70	21,44	1,70	21,68	1,63	20,14	1,62	20,64	1,64	19,63	1,64	20,06	1,72	19,79	1,71	19,95
log(CA)	-0,01	0,30			0,03	1,05			-0,01	0,18			-0,01	0,28			0,04	1,39		
log(RD/CA)	0,06	1,32	0,07	1,98	0,11	2,76	0,09	2,84	0,01	0,36			0,05	1,20			0,13	2,96	0,10	2,81
indicatrice subvention	0,14	1,41			0,06	0,57			0,03	0,26			0,00	0,04			-0,05	0,43		
subventions/RD	-0,76	1,97	-0,52	1,56	-0,93	2,18	-0,80	2,16	-0,24	0,64			-0,68	1,52	-0,55	1,46	0,20	0,48		
indicatrice exportation	0,05	0,33			-0,26	1,62			-0,07	0,44			0,12	0,69			0,04	0,23		
Exportation/CA	-0,58	3,16	-0,58	3,43	-0,06	0,33			0,18	1,03			0,09	0,54			-0,15	0,88		
Industries Agricoles et Alimentaires	-0,10	0,45			0,06	0,26			-0,07	0,31			0,20	0,95	0,33	1,96	0,09	0,36		
Industries des Biens de Consommation	-0,02	0,12			0,06	0,37			-0,02	0,12			-0,28	1,55			0,31	1,66	0,24	2,08
Industrie des Biens d'Equiptement	-0,09	0,57			0,14	0,84			-0,16	1,03			-0,15	0,92			0,06	0,34		
Industrie des Biens Intermédiaires	-0,15	0,99			0,23	1,48	0,15	1,76	-0,29	1,98	-0,19	2,25	-0,26	1,67			0,14	0,86		
Services aux entreprises	-0,36	1,83	-0,27	1,87	-0,09	0,47			-0,17	0,91			-0,62	2,82	-0,39	2,41	0,04	0,18		
Autres activités (y.c. automobile)	Réf		Réf		Réf		Réf		Réf		Réf		Réf		Réf		Réf		Réf	
	1999-1998		1999-1998		2000-1999		2000-1999		2001-2000		2001-2000		2002-2001		2002-2001		2003-2002		2003-2002	
	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student
Constante	-0,86	2,41	-1,11	3,83	-1,79	4,22	-1,64	5,26	-1,60	3,71	-1,73	5,36	-1,74	4,46	-1,83	6,12	-1,30	3,90	-1,32	23,97
Indicatrice CIR décalée	1,39	16,59	1,40	17,00	1,65	17,82	1,65	17,92	1,70	17,74	1,69	17,75	1,57	17,61	1,56	17,94	1,62	19,31	1,63	19,60
log(CA)	0,04	1,51	0,04	1,81	0,05	1,56	0,05	1,64	0,09	2,78	0,08	2,76	0,05	1,61	0,05	1,98	0,03	1,06		
log(RD/CA)	0,04	0,94			0,06	1,30	0,06	1,46	0,13	2,88	0,13	3,14	-0,02	0,44			0,07	1,89		
indicatrice subvention	-0,02	0,17			0,03	0,30			0,12	0,99			-0,11	0,93			-0,08	0,67		
subventions/RD	0,15	0,42			0,11	0,30			-0,61	1,48			0,23	0,51			-0,27	0,61		
indicatrice exportation	-0,58	3,19	-0,60	3,45	0,28	1,21			-0,32	1,36			0,04	0,19			-0,03	0,16		
Exportation/CA	0,41	2,54	0,36	2,28	0,27	1,43	0,29	1,69	0,31	1,62	0,25	1,45	-0,01	0,08			-0,06	0,38		
Industries Agricoles et Alimentaires	0,04	0,19			-0,06	0,23			0,21	0,77			-0,29	1,17			0,20	0,94		
Industries des Biens de Consommation	-0,12	0,69			-0,24	1,22			0,08	0,39			-0,05	0,28			0,19	1,22	0,22	1,88
Industrie des Biens d'Equiptement	-0,22	1,39			-0,17	0,94			0,12	0,63			-0,05	0,32			0,05	0,37		
Industrie des Biens Intermédiaires	-0,38	2,56	-0,25	3,02	-0,09	0,51			-0,05	0,29	-0,16	1,59	-0,20	1,25			-0,07	0,47		
Services aux entreprises	-0,14	0,69			0,07	0,31			0,06	0,25			-0,25	1,19			-0,35	1,81	-0,35	2,21
Autres activités (y.c. automobile)	Réf		Réf		Réf		Réf		Réf		Réf		Réf		Réf		Réf		Réf	

## **4.2 L'effet du CIR**

Les méthodes des moments et du noyau donnent des résultats similaires (Tableau 9). Nous commenterons ici les estimations obtenues par la méthode des moments, car elles sont plus précises.

L'estimation sur les entreprises aidées représente l'évaluation au sens usuel du terme : on cherche à évaluer l'effet du CIR sur les entreprises qui sont entrées dans le dispositif et non sur toute la population des entreprises qui font de la recherche. L'estimation de base, sur tout l'échantillon, montre un effet d'entraînement 6 années sur 10 et un effet d'addition pour les 4 années restantes.

L'estimation sur les entreprises non aidées représente une estimation de l'effet qu'aurait eu le CIR si on l'avait ouvert aux entreprises non éligibles. Cette estimation, bien entendu, la plus fragile. Nous trouvons que cet effet est plus faible que l'effet sur les aidés, puisqu'il n'y a un effet d'entraînement potentiel que sur une seule année et un effet d'addition sur les 9 autres. Toutefois, on ne trouve pas d'effet d'éviction potentiel.

Toutefois, comme la mesure est en accroissement, on pourrait penser que l'estimation surévalue l'effet du CIR sur le taux de croissance de la recherche privée. Nous présentons donc également l'estimation, par les mêmes méthodes, sur le sous échantillon des entreprises qui ont accru leur RD privée. Cette estimation, présentée dans le tableau 10, représente une borne inférieure de l'effet du CIR.

L'estimation « basse » montre qu'aucun écart de taux de croissance des dépenses privées n'est significatif, c'est-à-dire un effet d'addition. Donc même sous l'hypothèse la plus pessimiste, on trouve un effet d'addition. Selon ce résultat, les entreprises ajoutent donc le CIR à leurs dépenses privées de sorte qu'il n'y aurait pas d'effet d'éviction.

### Tableaux 9 : Estimateurs à la Rubin sur l'ensemble de l'échantillon

On utilise les modèles Probit présentés précédemment pour appairer les entreprises. On présente l'effet du CIR sur le taux de croissance du financement privé de la R&D sur le support commun des probabilités d'obtenir le CIR. \*\* significatif au seuil de 5%. \* significatif au seuil de 10%.

	1994-1993		1995-1994		1996-1995		1997-1996		1998-1997		1999-1998		2000-1999		2001-2000		2002-2001		2003-2002	
	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student
Estimation par la méthode des moments																				
Effet global	<b>0,069</b>	2,40**	<b>0,078</b>	2,93**	<b>0,049</b>	1,58	<b>0,040</b>	1,57	<b>0,055</b>	1,79*	<b>0,035</b>	0,91	<b>0,044</b>	1,36	<b>0,008</b>	0,23	<b>0,066</b>	2,04**	<b>0,054</b>	1,75*
Effet sur les non aidés	<b>0,043</b>	1,30	<b>0,074</b>	2,41**	<b>0,048</b>	1,36	<b>0,034</b>	1,17	<b>0,054</b>	1,55	<b>0,016</b>	0,36	<b>0,047</b>	1,29	<b>-0,009</b>	0,22	<b>0,053</b>	1,44	<b>0,042</b>	1,24
Effet sur les aidés	<b>0,140</b>	4,60**	<b>0,087</b>	3,35**	<b>0,051</b>	1,88	<b>0,062</b>	2,46**	<b>0,056</b>	1,90*	<b>0,099</b>	3,17**	<b>0,036</b>	1,01	<b>0,050</b>	1,34	<b>0,105</b>	3,28**	<b>0,097</b>	2,93**
Estimation par la méthode du noyau (Les t de Student sont calculés par la méthode du <i>bootstrap</i> sur 1500 tirages)																				
Effet global	<b>0,080</b>	2,58**	<b>0,070</b>	2,69**	<b>0,051</b>	1,61	<b>0,037</b>	1,41	<b>0,039</b>	1,32	<b>0,041</b>	1,13	<b>0,020</b>	0,57	<b>0,013</b>	0,37	<b>0,063</b>	1,93*	<b>0,048</b>	1,53
Effet sur les non aidés	<b>0,061</b>	1,71*	<b>0,064</b>	2,14**	<b>0,049</b>	1,37	<b>0,028</b>	0,96	<b>0,035</b>	1,05	<b>0,024</b>	0,60	<b>0,017</b>	0,44	<b>-0,002</b>	0,05	<b>0,051</b>	1,38	<b>0,034</b>	0,97
Effet sur les aidés	<b>0,129</b>	4,14**	<b>0,087</b>	3,32**	<b>0,057</b>	2,03**	<b>0,068</b>	2,56**	<b>0,054</b>	1,70	<b>0,096</b>	3,02**	<b>0,028</b>	0,75	<b>0,050</b>	1,29	<b>0,101</b>	3,04**	<b>0,100</b>	2,97**

**Tableaux 10 : Estimateurs à la Rubin sur les taux de croissance positifs**

On utilise les modèles Probit présentés précédemment pour apparier les entreprises. On présente l'effet du CIR sur le taux de croissance du financement privé de la R&D sur le support commun des probabilités d'obtenir le CIR. \*\* significatif au seuil de 5%. \* significatif au seuil de 10%.

	1994-1993		1995-1994		1996-1995		1997-1996		1998-1997		1999-1998		2000-1999		2001-2000		2002-2001		2003-2002		
	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	Coeff	Student	
Estimation par pondération																					
Effet global	<b>-0,032</b>	1,40	<b>0,075</b>	2,25**	<b>0,014</b>	0,64	<b>0,048</b>	1,71*	<b>0,033</b>	0,92	<b>0,089</b>	2,11**	<b>-0,043</b>	1,60	<b>-0,034</b>	1,32	<b>0,004</b>	0,14	<b>-0,028</b>	1,17	
Effet sur les non aidés	<b>-0,043</b>	1,47	<b>0,103</b>	2,38**	<b>0,025</b>	0,93	<b>0,052</b>	1,54	<b>0,057</b>	1,29	<b>0,104</b>	1,98**	<b>-0,047</b>	1,56	<b>-0,050</b>	1,68*	<b>0,010</b>	0,30	<b>-0,039</b>	1,48	
Effet sur les aidés	<b>-0,014</b>	0,62	<b>0,016</b>	0,56	<b>-0,012</b>	0,59	<b>0,036</b>	1,46	<b>-0,026</b>	0,90	<b>0,055</b>	1,64	<b>-0,033</b>	1,06	<b>0,001</b>	0,05	<b>-0,011</b>	0,36	<b>0,004</b>	0,14	
Estimation par la méthode du noyau (Les t de Student sont calculés par la méthode du <i>bootstrap</i> sur 1500 tirages)																					
Effet global	<b>-0,043</b>	1,90*	<b>0,042</b>	1,46	<b>0,020</b>	0,85	<b>0,032</b>	1,28	<b>0,026</b>	0,85	<b>0,065</b>	1,87*	<b>-0,011</b>	0,35	<b>-0,040</b>	1,47	<b>0,015</b>	0,52	<b>-0,013</b>	0,44	
Effet sur les non aidés	<b>-0,054</b>	2,02**	<b>0,053</b>	1,51	<b>0,033</b>	1,20	<b>0,032</b>	1,09	<b>0,047</b>	1,34	<b>0,067</b>	1,67*	<b>-0,011</b>	0,30	<b>-0,052</b>	1,76*	<b>0,010</b>	0,30	<b>-0,013</b>	0,42	
Effet sur les aidés	<b>-0,026</b>	1,02	<b>0,020</b>	0,67	<b>-0,012</b>	0,52	<b>0,033</b>	1,27	<b>-0,028</b>	0,88	<b>0,060</b>	1,79*	<b>-0,011</b>	0,33	<b>-0,013</b>	0,37	<b>0,025</b>	0,92	<b>-0,011</b>	0,29	

On peut convertir les résultats précédents en termes de multiplicateurs par rapport aux dépenses totales. Etant donné que l'étude porte sur l'étude de dix sous-période, nous commenterons la valeur moyenne des multiplicateurs (Tableaux 11 et 12).

Les estimations basées sur l'ensemble de l'échantillon indiquent que l'application du CIR aurait augmenté la RD privée de 7,9% (multiplicateur 1,079) et la RD totale (avec CIR) de 11,2%. L'effet aurait donc été important sur les bénéficiaires. Si l'on se restreint aux seules entreprises qui ont accru leur RD privée, l'effet serait compris entre 0% (multiplicateur 1), soit un simple effet d'addition, et la RD totale n'aurait augmenté que de 3,2%. Dans tous les cas, on ne trouve pas d'effet d'éviction.

On peut également exprimer les multiplicateurs par rapport au CIR distribué Ici, en prenant tout l'échantillon, nous trouvons qu'un Euro de CIR génèrerait 2,33 Euros de recherche privée soit 3,33 Euros de recherche totale. L'estimation sur les taux positifs, beaucoup plus pessimiste, trouve qu'un Euro de CIR ne génèrerait pas de recherche privée supplémentaire, ce qui implique qu'un Euro de CIR génèrerait une Euro de recherche totale. Compte-tenu du fait que notre évaluation n'est qu'à court terme (un an), ces chiffres sont relativement élevés.

**Tableau 11 : Multiplicateur par rapport aux dépenses de RD privée  
Estimations sur l'ensemble de la période (1994-2003)**

	Dépenses privées	Borne inférieure 95%	Borne supérieure 95%	Dépenses totales	Borne inférieure 95%	Borne supérieure 95%
<b>Sur tous les taux de croissance :</b>						
Estimation par pondération	1,079	1,060	1,097	1,112	1,093	1,131
Estimation à noyau	1,078	1,059	1,098	1,112	1,092	1,131
<b>Sur les taux de croissance positifs :</b>						
Estimation par pondération	1,000	0,983	1,017	1,032	1,015	1,050
Estimation à noyau	1,003	0,985	1,022	1,035	1,017	1,054

On utilise une moyenne pondérée des effets sur les aidés sur la période 1994-2003, où chaque estimateur est pondéré par l'inverse de sa variance.

**Tableau 12 : Multiplicateurs par rapport au CIR distribué  
Estimations sur l'ensemble de la période (1994-2003)**

	<b>Dépenses privées</b>	<b>Borne inférieure 95%</b>	<b>Borne supérieure 95%</b>	<b>Dépenses totales</b>	<b>Borne inférieure 95%</b>	<b>Borne supérieure 95%</b>
<b>Sur tous les taux de croissance :</b>						
Estimation par pondération	2,327	1,774	2,881	3,327	2,774	3,881
Estimation à noyau	2,315	1,743	2,887	3,315	2,743	3,887
<b>Sur les taux de croissance positifs :</b>						
Estimation par pondération	0,011	-0,503	0,525	1,011	0,497	1,525
Estimation à noyau	0,119	-0,436	0,675	1,119	0,564	1,675

On utilise une moyenne pondérée des effets sur les aidés sur la période 1994-2003, où chaque estimateur est pondéré par l'inverse de sa variance.

## 5 Conclusion

Les incitations fiscales à la recherche et développements existent dans de nombreux pays. En réduisant le coût de la recherche pour les entreprises, elles sont censées inciter ces dernières à augmenter leurs dépenses de recherche et développement et, par ce moyen, augmentent l'innovation puis la croissance.

Dans cette étude, nous examinons l'effet du CIR sur le financement privé de la recherche, et sur les emplois affectés à la recherche. Un point important, pour que la mesure soit efficace, est que les financements publics donnés aux entreprises ne se substituent pas au financement privé de la recherche. Le fait que le mécanisme soit basé sur les accroissements de la recherche vise à limiter ce type d'effet.

Une première analyse descriptive montre que le CIR concerne des entreprises de plus petite taille que les subventions et que, si l'on raisonne sur l'identité des bénéficiaires, les deux mécanismes ne sont pas substituables mais largement complémentaires. L'effet étudié ici est donc susceptible de s'ajouter à celui des subventions déjà évalué dans une étude antérieure (un simple effet d'addition des subventions au financement privé). Globalement, on voit que le taux de croissance du financement privé de la recherche est plus élevé parmi les entreprises bénéficiaires du CIR, et notamment parmi celles qui y sont présentes plusieurs années de suite.

Une analyse économétrique vise à s'assurer que les entreprises bénéficiaires du CIR sont bien comparées à des entreprises similaires non bénéficiaires. Pour cela, nous utilisons des méthodes à la Rubin dans le but d'estimer plus précisément l'effet du CIR.

Les estimations obtenues par la méthode des moments et par la méthode du noyau fournissent des résultats similaires. L'effet du CIR est significatif et positif sur le financement privé de la recherche. En moyenne, la fourchette des estimations amène à conclure qu'un Euro de CIR générerait entre 1 et 3,3 Euros de recherche totale. Cet effet multiplicateur est toutefois surtout limité aux bénéficiaires, Sur les autres entreprises, le multiplicateur serait proche de l'unité.

## Bibliographie

Aerts C. et D. Czarnitzki, 2004. « Using innovation survey data to evaluate R&D policy : the case of Belgium ». Document de travail ZEW N°4-55.

<ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp0455.pdf>

Berger P., 1993. « Explicit and implicit effects of the R&D tax credit ». *Journal of Accounting Research*, 31(2), 131-171.

Busom I., 1999. « An empirical evaluation of R&D subsidies ». University of California, Burch Working Paper, N°B99-05.

Crépon B. et N. lung (1999). *Innovation, emploi et performances*. INSEE, document de travail de la DESE, réf. G9904.

Czarnitzki D., P. Hanel et J.M. Rosa, 2004. "Evaluating the impact of R&D tax credit on innovation: A microeconomic study on Canadian firms". Document de travail ZEW N°4-77.

<ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp0477.pdf>

Duguet E., 2004. "Are R&D subsidies a substitute or a complement to privately funded R&D? An econometric analysis at the firm level", N°2, pp. 245-274.

Efron B. et J. Tibshirani (1993). *An introduction to the bootstrap*. Monographs on Statistics and Applied Probability n°57. Chapman & Hall (ISBN 0-412-04231-2).

Gouriéroux C. (2000). *Econometrics of Qualitative Dependent Variables*. Cambridge University Press (ISBN 0521589851).

Guellec D. et B. Van Pottelsberghe, 2000. "The impact of public R&D expenditure on business R&D". Document de travail OCDE, Département STI, N°2000-4.

Hall B. H. et J. Van Reenen, 2000. "How effective are fiscal incentives for R&D? A review of the evidence". *Research Policy*, vol. 29, 449-469.

Heckman J. et J. Hotz (1988). Choosing among alternative nonexperimental methods for estimating the impact of social programs : the case of manpower training. *Journal of the American Statistical Society*, vol. 84, n°408 , 862-874.

Heckman J., H. Ichimura et P. Todd (1997). Matching as an econometric evaluation estimator : evidence from evaluating a job training programme. *Review of Economic Studies*, vol. 64, 605-654.

Hujer H. et D. Radic, 2005. « Evaluating the impact of subsidies on innovation activities in Germany ». Document de travail ZEW, N°5-43.

<ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp0543.pdf>



Hussinger K., 2003. "R&D and subsidies at the firm level : An application of parametric and semi-parametric two-step selection model". Document de travail ZEW, N°03-63.

<ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp0363.pdf>

Kaiser U., 2004. « Private R&D and public R&D subsidies : Microeconomic evidence from Denmark ». Document de travail Center for Economic and Business Research, N°2004-19.

Klette T.J. et J. Møen, 1998. "R&D investment responses to R&D subsidies : a theoretical analysis and a microeconomic study. Document de travail, NBER Summer Institute.

Lach S. (2002). Do R&D subsidies stimulate or displace private R&D ? Evidence from Israël. The Journal of Industrial Economics, vol. L(4), 369-390.

Mairesse J. et B. Mulkay, 2004. « Une évaluation du crédit d'impôt recherche en France : 1980-1997 ». Document de travail du CREST, N°2004-43.

Mansfield E., 1986. "The R&D tax credit and other policy issues". The American Economic Review, 76(2), 190-194.

OECD, 2002. Frascati manual : Proposed standard practice for Surveys on Research and Experimental Development.

OCDE, 2003. "Tax incentives for research and development : trends and issues". Document de travail, Département STI.

Rosenbaum P. et D. Rubin (1983). The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. Biometrika; vol. 70, 41-55.

Rosenbaum P. et D. Rubin (1985). Constructing a control group using multivariate matched sampling methods that incorporate the propensity score. The American Statistician; vol. 39, n°1, 33-38.

Rubin D. (1997). Estimating causal effects from large data sets using propensity scores. Annals of Internal Medicine, Part 2, n°127, 757-763.

Wallsten S. (2000). The effect of government-industry R&D programs on private R&D : the case of Small Business Innovation Research program. RAND Journal of Economics, vol. 31(1), 82-100.

Warda J., 2006. "Tax treatment of business investments in intellectual assets: an international comparison". Document de travail OCDE, Département STI, N°2006-4.

## Annexe 1 – Multiplicateurs calculés par rapport aux dépenses totales

### A.1 : Estimation par pondération sur le support commun

	$c_1$	$\overline{CIR/R_1}$	$m_P$	Borne inf. 95%	Borne sup. 95%	$m_T$	Borne inf. 95%	Borne sup. 95%
Sur toutes les observations								
<b>1994</b>	0,140	0,027	<b>1,14</b>	1,08	1,20	<b>1,17</b>	1,11	1,23
<b>1995</b>	0,087	0,033	<b>1,09</b>	1,04	1,14	<b>1,12</b>	1,07	1,18
<b>1996</b>	0,051	0,026	<b>1,05</b>	1,00	1,10	<b>1,08</b>	1,02	1,13
<b>1997</b>	0,062	0,024	<b>1,06</b>	1,01	1,11	<b>1,09</b>	1,04	1,14
<b>1998</b>	0,056	0,042	<b>1,06</b>	1,00	1,11	<b>1,10</b>	1,04	1,16
<b>1999</b>	0,099	0,031	<b>1,10</b>	1,04	1,16	<b>1,13</b>	1,07	1,20
<b>2000</b>	0,036	0,026	<b>1,04</b>	0,97	1,11	<b>1,06</b>	0,99	1,13
<b>2001</b>	0,050	0,034	<b>1,05</b>	0,98	1,12	<b>1,09</b>	1,01	1,16
<b>2002</b>	0,105	0,032	<b>1,11</b>	1,04	1,17	<b>1,14</b>	1,08	1,21
<b>2003</b>	0,097	0,036	<b>1,10</b>	1,03	1,16	<b>1,14</b>	1,07	1,20
Sur les taux de croissance positifs								
<b>1994</b>	-0,014	0,023	<b>0,99</b>	0,94	1,03	<b>1,01</b>	0,96	1,05
<b>1995</b>	0,016	0,038	<b>1,02</b>	0,96	1,07	<b>1,05</b>	1,00	1,11
<b>1996</b>	-0,012	0,033	<b>0,99</b>	0,95	1,03	<b>1,02</b>	0,98	1,06
<b>1997</b>	0,036	0,028	<b>1,04</b>	0,99	1,08	<b>1,07</b>	1,02	1,11
<b>1998</b>	-0,026	0,038	<b>0,97</b>	0,92	1,03	<b>1,01</b>	0,95	1,07
<b>1999</b>	0,055	0,025	<b>1,05</b>	0,99	1,12	<b>1,08</b>	1,01	1,15
<b>2000</b>	-0,033	0,024	<b>0,97</b>	0,91	1,03	<b>0,99</b>	0,93	1,05
<b>2001</b>	0,001	0,032	<b>1,00</b>	0,94	1,06	<b>1,03</b>	0,97	1,10
<b>2002</b>	-0,011	0,039	<b>0,99</b>	0,93	1,05	<b>1,03</b>	0,97	1,09
<b>2003</b>	0,004	0,046	<b>1,00</b>	0,94	1,06	<b>1,05</b>	0,99	1,11

## A.2 : Estimation par la méthode du noyau

	$c_1$	$\overline{CIR/R_1}$	$m_P$	Borne inf. 95%	Borne sup. 95%	$m_T$	Borne inf. 95%	Borne sup. 95%
Sur toutes les observations								
<b>1994</b>	0,129	0,027	<b>1,13</b>	1,07	1,19	<b>1,16</b>	1,10	1,22
<b>1995</b>	0,087	0,033	<b>1,09</b>	1,04	1,14	<b>1,12</b>	1,07	1,18
<b>1996</b>	0,057	0,026	<b>1,06</b>	1,00	1,11	<b>1,08</b>	1,03	1,14
<b>1997</b>	0,068	0,024	<b>1,07</b>	1,02	1,12	<b>1,09</b>	1,04	1,15
<b>1998</b>	0,054	0,042	<b>1,05</b>	0,99	1,12	<b>1,10</b>	1,03	1,16
<b>1999</b>	0,096	0,031	<b>1,10</b>	1,03	1,16	<b>1,13</b>	1,07	1,19
<b>2000</b>	0,028	0,026	<b>1,03</b>	0,95	1,10	<b>1,06</b>	0,98	1,13
<b>2001</b>	0,050	0,034	<b>1,05</b>	0,97	1,12	<b>1,09</b>	1,01	1,16
<b>2002</b>	0,101	0,032	<b>1,10</b>	1,04	1,17	<b>1,14</b>	1,07	1,20
<b>2003</b>	0,100	0,036	<b>1,10</b>	1,03	1,17	<b>1,14</b>	1,07	1,21
Sur les taux de croissance positifs								
<b>1994</b>	-0,026	0,023	<b>0,97</b>	0,92	1,02	<b>1,00</b>	0,95	1,05
<b>1995</b>	0,020	0,038	<b>1,02</b>	0,96	1,08	<b>1,06</b>	1,00	1,12
<b>1996</b>	-0,012	0,033	<b>0,99</b>	0,94	1,03	<b>1,02</b>	0,97	1,07
<b>1997</b>	0,033	0,028	<b>1,03</b>	0,98	1,08	<b>1,06</b>	1,01	1,11
<b>1998</b>	-0,028	0,038	<b>0,97</b>	0,91	1,03	<b>1,01</b>	0,94	1,07
<b>1999</b>	0,060	0,025	<b>1,06</b>	0,99	1,13	<b>1,09</b>	1,02	1,15
<b>2000</b>	-0,011	0,024	<b>0,99</b>	0,93	1,05	<b>1,01</b>	0,95	1,08
<b>2001</b>	-0,013	0,032	<b>0,99</b>	0,92	1,05	<b>1,02</b>	0,95	1,09
<b>2002</b>	0,025	0,039	<b>1,03</b>	0,97	1,08	<b>1,06</b>	1,01	1,12
<b>2003</b>	-0,011	0,046	<b>0,99</b>	0,91	1,06	<b>1,03</b>	0,96	1,11

## Annexe 2 – Multiplicateurs calculés par rapport au CIR distribué

### A.3 : Estimation par pondération sur le support commun

	$c_1$	$\overline{R_1 / CIR}$	$\overline{M_P}$	Borne inf. 95%	Borne sup. 95%	$M_T$	Borne inf. 95%	Borne sup. 95%
Sur toutes les observations								
<b>1994</b>	0,140	37,11	<b>4,55</b>	2,61	6,48	<b>5,55</b>	3,61	7,48
<b>1995</b>	0,087	30,05	<b>2,41</b>	1,00	3,82	<b>3,41</b>	2,00	4,82
<b>1996</b>	0,051	38,37	<b>1,87</b>	-0,08	3,83	<b>2,87</b>	0,92	4,83
<b>1997</b>	0,062	41,84	<b>2,44</b>	0,50	4,38	<b>3,44</b>	1,50	5,38
<b>1998</b>	0,056	24,06	<b>1,28</b>	-0,04	2,60	<b>2,28</b>	0,96	3,60
<b>1999</b>	0,099	32,23	<b>2,91</b>	1,11	4,70	<b>3,91</b>	2,11	5,70
<b>2000</b>	0,036	38,28	<b>1,33</b>	-1,25	3,90	<b>2,33</b>	-0,25	4,90
<b>2001</b>	0,050	29,58	<b>1,42</b>	-0,66	3,50	<b>2,42</b>	0,34	4,50
<b>2002</b>	0,105	30,86	<b>2,94</b>	1,18	4,69	<b>3,94</b>	2,18	5,69
<b>2003</b>	0,097	27,61	<b>2,45</b>	0,81	4,08	<b>3,45</b>	1,81	5,08
Sur les taux de croissance positifs								
<b>1994</b>	-0,014	43,92	<b>-0,63</b>	-2,64	1,38	<b>0,37</b>	-1,64	2,38
<b>1995</b>	0,016	26,45	<b>0,41</b>	-1,03	1,85	<b>1,41</b>	-0,03	2,85
<b>1996</b>	-0,012	30,16	<b>-0,37</b>	-1,60	0,86	<b>0,63</b>	-0,60	1,86
<b>1997</b>	0,036	35,66	<b>1,24</b>	-0,42	2,90	<b>2,24</b>	0,58	3,90
<b>1998</b>	-0,026	26,51	<b>-0,72</b>	-2,28	0,85	<b>0,28</b>	-1,28	1,85
<b>1999</b>	0,055	39,42	<b>2,04</b>	-0,40	4,49	<b>3,04</b>	0,60	5,49
<b>2000</b>	-0,033	41,87	<b>-1,43</b>	-4,09	1,22	<b>-0,43</b>	-3,09	2,22
<b>2001</b>	0,001	30,87	<b>0,05</b>	-1,78	1,87	<b>1,05</b>	-0,78	2,87
<b>2002</b>	-0,011	25,77	<b>-0,29</b>	-1,83	1,26	<b>0,71</b>	-0,83	2,26
<b>2003</b>	0,004	21,98	<b>0,09</b>	-1,20	1,39	<b>1,09</b>	-0,20	2,39

#### A.4 : Estimation par la méthode du noyau

	$c_1$	$\overline{CIR/R_1}$	$\overline{M_P}$	Borne inf. 95%	Borne sup. 95%	$\overline{M_T}$	Borne inf. 95%	Borne sup. 95%
Sur toutes les observations								
<b>1994</b>	0,129	37,11	<b>4,24</b>	2,23	6,25	<b>5,24</b>	3,23	7,25
<b>1995</b>	0,087	30,05	<b>2,39</b>	0,98	3,81	<b>3,39</b>	1,98	4,81
<b>1996</b>	0,057	38,37	<b>2,08</b>	0,07	4,09	<b>3,08</b>	1,07	5,09
<b>1997</b>	0,068	41,84	<b>2,65</b>	0,62	4,69	<b>3,65</b>	1,62	5,69
<b>1998</b>	0,054	24,06	<b>1,22</b>	-0,19	2,64	<b>2,22</b>	0,81	3,64
<b>1999</b>	0,096	32,23	<b>2,81</b>	0,99	4,64	<b>3,81</b>	1,99	5,64
<b>2000</b>	0,028	38,28	<b>1,06</b>	-1,71	3,82	<b>2,06</b>	-0,71	4,82
<b>2001</b>	0,050	29,58	<b>1,40</b>	-0,73	3,52	<b>2,40</b>	0,27	4,52
<b>2002</b>	0,101	30,86	<b>2,82</b>	1,00	4,65	<b>3,82</b>	2,00	5,65
<b>2003</b>	0,100	27,61	<b>2,51</b>	0,86	4,17	<b>3,51</b>	1,86	5,17
Sur les taux de croissance positifs								
<b>1994</b>	-0,026	43,92	<b>-1,16</b>	-3,39	1,07	<b>-0,16</b>	-2,39	2,07
<b>1995</b>	0,020	26,45	<b>0,51</b>	-0,98	2,00	<b>1,51</b>	0,02	3,00
<b>1996</b>	-0,012	30,16	<b>-0,38</b>	-1,81	1,05	<b>0,62</b>	-0,81	2,05
<b>1997</b>	0,033	35,66	<b>1,15</b>	-0,63	2,92	<b>2,15</b>	0,37	3,92
<b>1998</b>	-0,028	26,51	<b>-0,77</b>	-2,49	0,94	<b>0,23</b>	-1,49	1,94
<b>1999</b>	0,060	39,42	<b>2,24</b>	-0,21	4,70	<b>3,24</b>	0,79	5,70
<b>2000</b>	-0,011	41,87	<b>-0,45</b>	-3,09	2,19	<b>0,55</b>	-2,09	3,19
<b>2001</b>	-0,013	30,87	<b>-0,40</b>	-2,51	1,71	<b>0,60</b>	-1,51	2,71
<b>2002</b>	0,025	25,77	<b>0,63</b>	-0,72	1,99	<b>1,63</b>	0,28	2,99
<b>2003</b>	-0,011	21,98	<b>-0,24</b>	-1,89	1,41	<b>0,76</b>	-0,89	2,41

### Annexe 3 : Estimation des effets causals par la méthode de pondération

En appliquant la méthode de pondération, on parvient aux estimateurs suivants :

1. Effet sur les non traités,  $E(c|T = 0)$  :

$$\bar{c}_0 = \left(\frac{N_0}{N}\right)^{-1} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i \left[\frac{T_i}{\pi_i} - 1\right],$$

2. Effet sur les traités,  $E(c|T = 1)$  :

$$\bar{c}_1 = \left(\frac{N_1}{N}\right)^{-1} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i \left[\frac{T_i - \pi_i}{1 - \pi_i}\right],$$

3. Effet sur l'ensemble de la population,  $E(c)$  :

$$\bar{c} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i \left[\frac{T_i - \pi_i}{\pi_i (1 - \pi_i)}\right].$$

Le seul problème vient de l'estimation des variances de ces estimateurs car les probabilités  $\pi_i$  sont estimées à partir d'un modèle Logit ou Probit. Dans cette annexe, nous suivons la même méthode de Crépon et Iung (1999). Tous les estimateurs précédents peuvent se réécrire sous la forme :

$$\bar{\theta} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i g_i(\hat{b}),$$

où  $\hat{b}$  est l'estimateur du maximum de vraisemblance du paramètre du modèle dichotomique choisi. On peut réécrire cet estimateur :

$$\bar{\theta} = \overline{y_i g_i(\hat{b})}.$$

Pour tenir compte du caractère aléatoire de  $\hat{b}$ , on effectue un développement limité au voisinage de la vraie valeur du paramètre, notée  $b^*$  :

$$g_i(\hat{b}) = g_i(b^*) + \frac{\partial g_i}{\partial b'}(b^*) (\hat{b} - b^*).$$

Asymptotiquement :

$$\bar{\theta} = \overline{y_i \left( g_i(b^*) + \frac{\partial g_i}{\partial b'}(b^*) (\hat{b} - b^*) \right)},$$

on peut donc écrire :

$$\begin{aligned} \sqrt{N} (\bar{\theta} - \theta^*) &\stackrel{pp}{=} \sqrt{N} \overline{y_i^* g_i(b^*) - \theta^*} + \overline{y_i \frac{\partial g_i}{\partial b'}(b^*)} \sqrt{N} (\hat{b} - b^*) \\ &\stackrel{pp}{=} \sqrt{N} \overline{y_i g_i(b^*) - \theta^*} + \mathbb{E} \left[ y_i \frac{\partial g_i}{\partial b'}(b^*) \right] \sqrt{N} (\hat{b} - b^*). \end{aligned}$$

Or le paramètre  $\hat{b}$  est estimé par le (pseudo) maximum de vraisemblance, ce qui implique que sa distribution est asymptotiquement normale avec :

$$\begin{aligned} \sqrt{N} (\hat{b} - b^*) &\stackrel{pp}{=} \mathbb{E} \left[ -\frac{\partial^2 \ln f}{\partial b \partial b'}(T|x, b^*) \right]^{-1} \sqrt{N} \frac{\partial \ln f(T_i|x_i, b^*)}{\partial b} \\ &\stackrel{pp}{=} \mathbf{J}_1(b^*)^{-1} \sqrt{N} \overline{s_i(b^*)}. \end{aligned}$$

En conséquence,  $\sqrt{N} (\bar{\theta} - \theta^*)$  est asymptotiquement normal, et l'on peut écrire cette quantité :

$$\sqrt{N} (\bar{\theta} - \theta^*) \stackrel{pp}{=} \sqrt{N} \overline{\phi_i},$$

avec

$$\phi_i = y_i g_i(b^*) - \theta^* + \mathbb{E} \left[ y_i \frac{\partial g_i}{\partial b'}(b^*) \right] \mathbf{J}_1(b^*)^{-1} \sqrt{N} s_i(b^*).$$

Pour estimer ces dernières quantités, on remplace  $b^*$  par  $\hat{b}$  et  $\theta^*$  par  $\bar{\theta}$ , ce qui donne les estimations  $\hat{\phi}_i$ . On évalue ensuite la variance de  $\phi$  par sa variance empirique :

$$\hat{\mathbf{V}}(\phi) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\hat{\phi}_i - \overline{\hat{\phi}_i})^2.$$