



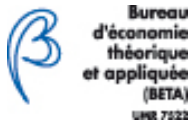
MINISTÈRE  
DE L'ÉDUCATION NATIONALE,  
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR  
ET DE LA RECHERCHE

**Rapport pour le Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement  
Supérieur et de la Recherche**

---

**Evaluation de l'impact des aides directes  
et indirectes à la R&D en France**

**Stéphane Lhuillery<sup>a</sup>**  
**Marianna Marino<sup>b</sup>**  
**Pierpaolo Parrotta<sup>c</sup>**



**Décembre 2013**

<sup>a</sup> ICN Business School et BETA (UMR CNRS 7522) [stephane.lhuillery@icn-groupe.fr](mailto:stephane.lhuillery@icn-groupe.fr)

<sup>b</sup> CEMI - École Polytechnique Fédérale de Lausanne [marianna.marino@epfl.ch](mailto:marianna.marino@epfl.ch).

<sup>c</sup> Université de Aarhus et HEC Lausanne [pierpaolo.parrotta@unil.ch](mailto:pierpaolo.parrotta@unil.ch)

Page blanche

## RESUME

La justification de l'intervention des gouvernements pour inciter les entreprises à investir dans les activités de R&D repose principalement sur l'appropriation incomplète du rendement des dépenses de R&D par les entreprises pour leurs propres innovations. Plus précisément, les aides publiques mises en place pour stimuler la R&D des entreprises visent à combler l'écart entre le niveau d'investissement privé en R&D et la dépense socialement optimale, qui est plus élevée du fait des externalités de connaissances des résultats de R&D et leur diffusion dans la société. Les financements publics peuvent augmenter la rentabilité de ces travaux en abaissant les coûts de R&D pour les entreprises et ainsi les inciter à augmenter leurs dépenses privées de recherche.

Cependant, il se peut que les entreprises bénéficiaires substituent simplement les investissements en R&D qu'elles envisageaient d'entreprendre avec les ressources financières publiques mises à leur disposition. Ceci serait d'autant plus dommageable que, lors de la crise économique débutée en 2008, plusieurs gouvernements ont intégré les mécanismes de soutien à la R&D dans leurs plans de relance menés dans un contexte de forte dette publique (OCDE, 2011). Dans ce contexte, les aides publiques à la R&D doivent être bien conçues et bien ciblées afin de soutenir les activités qui contribueront à une croissance durable.

En France, les deux principaux outils concernés sont les subventions à la R&D et les aides fiscales de type crédit d'impôt recherche (CIR). Néanmoins, peu de choses sont connues sur le rendement de ces mécanismes d'aides à la R&D et sur les évolutions de ces rendements suite aux modifications des dispositifs.

La présente étude propose une évaluation globale de l'impact des aides à la R&D en France, subventions et CIR. En utilisant quatre sources de données sur la période 1993-2009 (enquête annuelle sur les dépenses de R&D, déclarations CIR, enquête annuelle sur les entreprises, données sur les liens

financiers entre entreprises) et en combinant différentes approches d'appariement de ces données, l'étude propose une méthode systématique d'analyse des effets des aides publiques à la R&D. Notamment, elle quantifie le taux de rendement des subventions à la R&D et du CIR en fonction de l'importance de l'aide reçue par l'entreprise ; pour chaque montant d'aide, elle évalue également le montant de dépenses de R&D induites par un euro supplémentaire d'aide. Ces approches complémentaires visent à analyser plus finement que ne le font les méthodes habituelles l'impact des politiques de financement public de la R&D et de l'évolution des dispositifs avec :

- une comparaison des effets des subventions et du CIR sur les dépenses de R&D, ce qui devrait permettre de mieux penser la façon d'améliorer l'efficacité de ces deux instruments ;
- une analyse prenant en compte l'évolution de ces mécanismes d'aide au cours du temps. La France a en effet introduit des réformes importantes au cours de la dernière décennie, le CIR passant d'un crédit d'impôt incrémental (1983-2003) à un crédit d'impôt hybride (2004-2007), puis en volume (à partir de 2008) et les aides directes étant distribuées selon des modalités différentes, notamment dans le cadre des pôles de compétitivité à partir de 2004.

Nos résultats soutiennent l'hypothèse d'additionnalité des aides aux dépenses de R&D (un euro d'aide entraîne au moins un euro de dépense de R&D), que ce soit en comparant les entreprises les plus aidées aux moins aidées ou en comparant les celles qui bénéficient d'aides importantes à celles qui ne bénéficient d'aucune aide. En revanche l'additionnalité ne semble pas concerner les entreprises bénéficiant d'aides de montants faibles ou modérés par rapport aux non-bénéficiaires. Ce résultat doit être considéré avec prudence car certaines données manquantes ou certaines incertitudes concernant les reports des créances CIR pourraient avoir influencé les estimations. L'estimation de la réponse aux doses en fonction de chaque type de «traitement» (subventions, CIR ou des deux types à la fois), indique une absence de substitution et un effet d'entraînement limité : une entreprise ne dépense pas plus de 1,08 euro en R&D pour 1 euro d'aide supplémentaire reçu. Les rendements les plus élevés sont associés à des doses d'aide soit très faibles soit élevées. Ce résultat persiste après les réformes mises en œuvre depuis 2004, qui semblent cependant avoir renforcé l'impact du CIR plutôt que des subventions dont les rendements restent presque toujours inférieurs.

Globalement, les résultats indiquent une additionnalité des financements publics des dépenses de R&D des entreprises. Pour le CIR, ils suggèrent une efficacité plus importante sur les montants d'aide très faibles ou élevés, avec des améliorations possibles pour des montants modérés. Si les effets d'entraînement demeurent faibles du point de vue de l'entreprise, il convient de tenir compte des externalités technologiques intra- et interindustrielles qui augmentent le rendement social des aides.





## SOMMAIRE

<b>RESUME</b> .....	<b>3</b>
<b>1. INTRODUCTION</b> .....	<b>8</b>
<b>2. LE SYSTÈME FRANÇAIS D'AIDE A LA R&amp;D ET SON EVOLUTION</b> .....	<b>12</b>
2.1. Les aides indirectes à la R&D .....	13
2.2. Les aides directes à la R&D .....	15
<b>3. LES DONNÉES</b> .....	<b>17</b>
3.1 Les sources de données .....	17
3.2 La description des données.....	18
3.3 Statistiques descriptives .....	20
<b>4. LES MÉTHODES D'APPARIEMENT</b> .....	<b>21</b>
4.1 Par catégories de traitement .....	23
4.2 Par traitement continu .....	25
<b>5. LES RÉSULTATS</b> .....	<b>29</b>
5.1 Les résultats avec les MCO .....	29
5.2 Appariements sur catégories de traitement (PScore et exact) .....	31
5.3 Appariement sur traitement continu (dose-réponse) .....	36
<b>6. TESTS DE ROBUSTESSE</b> .....	<b>45</b>
<b>7. CONCLUSION</b> .....	<b>46</b>
<b>REFERENCES</b> .....	<b>49</b>
<b>REMERCIEMENTS</b> .....	<b>51</b>

Page blanche

# 1. INTRODUCTION

Lors de la récente crise économique, plusieurs gouvernements ont intégré les mécanismes de soutien à la R&D dans leurs plans de relance. Il est en effet largement admis que les politiques publiques en faveur des activités de recherche privées jouent un rôle clé dans la sortie des ralentissements économiques (OCDE, 2011). Dans ce contexte, il est particulièrement important que les aides publiques à la R&D soient bien conçues pour soutenir les activités qui contribueront à une croissance durable. Depuis les travaux pionniers de Nelson (1959) et Arrow (1962), la justification traditionnelle de l'intervention du gouvernement repose principalement sur l'appropriation incomplète du rendement des dépenses de R&D par les entreprises. Plus précisément, les aides publiques mises en place pour stimuler la R&D des entreprises ont pour vocation de combler l'écart entre le niveau d'investissement privé en R&D et la dépense qui serait socialement optimale. Les financements publics en termes de subventions ou de crédits d'impôt sont des outils qui peuvent augmenter la rentabilité des projets de R&D en abaissant leur coût pour les entreprises et ainsi les inciter à augmenter leurs dépenses privées de recherche. Cependant, alors que les gouvernements tentent d'allouer des ressources publiques en faveur d'activités de R&D qui n'auraient pas été réalisées en l'absence de soutien public, il se peut que les entreprises bénéficiaires substituent les investissements en R&D qu'elles envisageaient d'entreprendre avec les ressources financières publiques mises à leur disposition. Il y a alors un effet dit d'éviction qui, du point de vue de la politique publique, est un effet d'aubaine pour l'entreprise qui a reçu l'aide.

Les subventions à la R&D et les aides fiscales de type crédit d'impôt sont deux modes privilégiés d'aides qui sont supposés complémentaires. La combinaison de ces outils est cependant hétérogène : parmi les pays de l'OCDE proposant une politique publique d'aide à la R&D généreuse, le crédit d'impôt domine les financements directs à la R&D (Canada, France, Corée) alors que certaines économies à forte intensité de R&D utilisent seulement des subventions (Finlande, Allemagne, Suède, Suisse). Les États-Unis utilisent une combinaison des deux types d'aide, avec une proportion supérieure de subventions. La popularité croissante des systèmes fiscaux d'aide à la R&D au cours des années 2000<sup>1</sup> s'explique d'une part par leur caractère général et d'autre part par leur malléabilité. En

---

<sup>1</sup> Au cours des deux dernières décennies, le crédit d'impôt R&D a été adopté par plusieurs pays de l'OCDE ainsi que par certains pays n'appartenant pas à l'OCDE (par exemple le Brésil, la Chine, l'Inde, la Malaisie, la Fédération de Russie, Afrique du Sud). A la fin des années 2000, 26 des 34 pays de l'OCDE ont adopté un tel outil de politique de R&D, alors que seulement 15 pays sur 29 l'avaient fait en 1996 (OCDE, 2010). En outre, les outils fiscaux sont devenus plus généreux (OCDE, 2009).

théorie, toutes les entreprises peuvent bénéficier d'un tel système, quelles que soient leurs caractéristiques. Dans la pratique, les aides fiscales à la R&D peuvent être ciblées sur des groupes spécifiques d'entreprises selon leur secteur, leur taille, leur âge, leur emplacement, leurs liens avec les laboratoires universitaires ou leur technologie (Lhuillery, 1996; OCDE, 2010). L'attractivité des régimes fiscaux à la R&D repose également sur leur facilité de mise en œuvre, de modification ou de suppression. Contrairement aux subventions, ils ne rencontrent pas les problèmes liés au manque d'information sur les entreprises, les coûts de procédures et de dossiers de candidatures élaborés. En revanche, les subventions à la R&D peuvent être préférées aux crédits d'impôt recherche en raison de la possible discrimination entre projets et l'opportunité de financer uniquement les entreprises les plus innovantes, celles dont les projets présenteraient un impact particulièrement élevé. En outre, les subventions à la R&D semblent plus appropriées que les crédits d'impôt, surtout en accroissement, pour contrer les cycles économiques et leurs effets, en particulier dans la phase de ralentissement (lorsque les entreprises coupent dans leur budget de R&D).

Des études empiriques portant sur différents pays montrent que le crédit d'impôt R&D favorise les dépenses privées de R&D (Bloom *et al.*, 2000; Lokshin et Mohnen, 2009 ; Duguet, 2010) et l'innovation (Bérubé et Mohnen, 2009; Cappelen *et al.*, 2010). Ces résultats sont similaires à ceux d'études sur les subventions à la R&D : plusieurs travaux rejettent en effet l'hypothèse d'effet d'éviction (Aerts et Czarnitzki, 2004, 2006; Aerts et Schmidt, 2008; Almus et Czarnitzki, 2003; Czarnitzki et Fier 2001; Duguet, 2004; Gonzalez et Pazo, 2008; Gonzalez *et al.*, 2005; Hussinger, 2008; Lööf et Heshmati, 2005). Quelques contributions apportent cependant un soutien à l' hypothèse de substitution, notamment dans le cas des subventions à la R&D (Busom, 2000; Heijs et Herrera 2004; Kaiser 2004; Lach 2002; Suetens 2002; Wallsten 2000). Ainsi, l'hétérogénéité des approches, associée aux raccourcis induits par les manques de données, aboutit à des conclusions mitigées sur l'impact des aides directes et indirectes à la R&D des entreprises. Ces travaux suggèrent cependant que seules les entreprises de petite taille seraient sensibles aux incitations fiscales pour la R&D (Lokshin et Mohnen, 2010; Hægeland et Moen, 2007; Baghana et Mohnen, 2009; Caiumi, 2010) ou aux subventions à la R&D (Gonzalez et Pazo, 2008). Caiumi (2010) et Kobayashi (2011) trouvent que les dispositifs fiscaux de soutien à la R&D favorisent surtout les entreprises confrontées à de fortes contraintes de liquidité. Les conclusions de Hægeland et Moen (2007) suggèrent enfin que les incitations fiscales à la R&D ont un impact plus important sur les investissements en R&D que d'autres dispositifs en faveur des dépenses de R&D. Creusant les possibles arbitrages entre outils de politiques de R&D, Lokshin et Mohnen (2009) montrent que chaque euro d'aide induit plus de dépense de R&D dans le cas d'un dispositif en accroissement par rapport à un dispositif en volume<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> La littérature existante est importante. L'objet du présent rapport porte cependant sur des méthodes nouvelles encore rarement utilisées dans la littérature. Nous ne faisons donc pas de recension approfondie des travaux antérieurs centrés sur les

Malgré ces récents efforts, on en sait finalement peu sur l'additionnalité ou l'effet d'addition (voir l'encadré 1) et sur les rendements associés aux différents montants de subventions de R&D et/ou de crédit d'impôt (les « doses de traitement » ou encore les montants d'aide proposés).

#### Encadré 1: Mesure de l'additionnalité des aides publiques à la R&D

Les analyses empiriques de l'impact d'une aide à la R&D cherchent à mesurer l'additionnalité des dispositifs publics.

Il y a additionnalité d'une aide publique lorsque l'entreprise engage des dépenses de R&D qui ne l'auraient pas été en l'absence de l'aide. L'additionnalité est souvent mesurée à travers le rendement de l'euro d'aide, ou '*Bang for the Buck*' (BFTB) suivant l'expression consacrée dans de nombreux travaux empiriques. Combien d'euros l'entreprise va-t-elle investir en R&D privée pour un montant d'incitations fiscales ou de subventions reçues ?

$$\begin{aligned} \text{BFTB} &= \frac{\Delta \text{Montant de R\&D}}{\Delta \text{Montant de l'aide}} = \frac{\Delta \text{Montant de l'aide} + \Delta \text{Montant de R\&D privée}}{\Delta \text{Montant de l'aide}} \\ &= 1 + \frac{\Delta \text{Montant de R\&D privée}}{\Delta \text{Montant de l'aide}} \end{aligned}$$

Selon les études, le BFTB est exprimé de deux façons. Si le montant de la R&D retenu est brut et incorpore le montant des aides, le BFTB doit être commenté par rapport à la valeur 1. Si 1 euro d'aide entraîne 1 euro de R&D on parle d'effet additif ou d'addition de l'aide, ou encore d'additionnalité. En effet, dans ce cas, l'euro d'aide a été effectivement dépensé en R&D supplémentaire par l'entreprise (BFTB = 1). Si l'euro d'aide se traduit par plus de 1 euro de R&D supplémentaire, l'entreprise a engagé une dépense au-delà de la simple addition de l'aide à ses fonds privés (BFTB > 1). On peut parler dans ce cas d'effet d'entraînement ou de levier pour marquer la différence avec une simple additionnalité. A l'inverse, si 1 euro d'aide entraîne moins de 1 euro de R&D (BFTB < 1), l'aide se substitue partiellement à l'effort de l'entreprise et on a un effet de substitution.

Si la valeur de la R&D considérée est nette des aides (budget de R&D moins aides reçues), il suffit de regarder si la firme a augmenté ses dépenses privées de R&D ( $\frac{\Delta \text{Montant de R\&D privée}}{\Delta \text{Montant de l'aide}} \geq 0$ ) pour apprécier s'il y a additionnalité.

Il faut noter une subtilité au dénominateur : la variation du montant de l'aide est souvent assimilée au montant total de l'aide lorsque sont comparées les entreprises aidées et non-aidées. Dans ce cas, c'est un rendement moyen de l'aide qui est mesuré. Dans le cas le plus général, on peut mesurer le rendement d'une variation marginale du montant de l'aide par rapport au montant d'aide déjà octroyé. Par exemple l'effet sur la R&D privée d'une aide supplémentaire de 1 euro alors que l'entreprise bénéficie déjà d'une aide de 50 000 euros. La croissance de l'aide publique va-t-elle induire une dépense additionnelle de R&D de plus de 1 euro? Systématiser cette approche permet de mesurer les changements de politique publique sans avoir besoin de prendre comme référentiel les entreprises non aidées comme situation contrefactuelle.

Il existe deux façons d'éclairer cette question. La première est de produire un modèle structurel afin d'estimer les paramètres d'intérêt en fonction des différents régimes de politiques de R&D (Takalo *et al.*, 2008; Mulkay et Mairesse, 2011) et, éventuellement, de comparer les rendements entre avant et

---

traitements dichotomiques. Pour une mise en perspective, nous renvoyons le lecteur vers la revue de littérature et la méta-analyse opérée par Syoum Négassi pour le compte du Ministère de la Recherche.

après la réforme. L'autre solution est la mise en œuvre des différentes méthodes d'appariement (Hirano et Imbens, 2004; Abadie et Imbens, 2002) qui fournissent des informations sur les rendements des aides et sur la dose optimale d'aides à la R&D à fournir aux entreprises. Dans cette veine, Gorg et Strobl (2007) proposent de distinguer les subventions selon leur montant (faible, moyen, élevé) et trouvent que les rendements sont plus faibles pour les subventions les plus élevées. Cependant, ces auteurs ne proposent pas d'évaluation de l'effet sur les dépenses de R&D d'une augmentation du montant de l'aide octroyée pour chacun de ces trois montants et ne considèrent pas les aides fiscales.

C'est précisément ce que nous nous proposons de faire dans le présent rapport qui est la première étude à notre connaissance qui offre une évaluation globale des effets des aides publiques directes et indirectes à la R&D. En mobilisant quatre sources principales de données sur les entreprises françaises (l'enquête annuelle sur la R&D, les données fiscales du CIR, l'enquête annuelle sur les entreprises et les données sur les liens financiers entre les entreprises) sur la période 1993-2009, et en combinant différentes approches d'appariement, nous fournissons plusieurs évaluations des effets des dépenses d'aides publiques à la R&D : on compare tout d'abord les impacts des aides selon différentes catégories de montants accordés (nul, faible, moyen fort), puis, de manière complémentaire, on compare l'impact d'un accroissement de l'aide pour différents montants d'aide déjà accordés. Dans les deux cas, nous quantifions le montant supplémentaire de R&D induite par l'application d'une dose différente de subventions à la R&D, de CIR, ou des deux combinés. En d'autres termes, nous vérifions si un changement dans le montant des aides préserve ou non l'additionnalité (encadré 1).

Ces méthodes d'évaluation de l'impact des aides selon les montants alloués peuvent permettre d'initier une réflexion sur un réglage fin des politiques en faveur des dépenses de R&D : la comparaison entre les effets d'une augmentation des subventions à la R&D et ceux d'un accroissement du CIR induits par un même montant ou un même pourcentage d'aide supplémentaire peut en effet ouvrir des pistes de réflexion sur l'amélioration de l'efficacité relative des deux instruments. Une autre contribution de ce rapport à la littérature sur la politique de R&D optimale est une évaluation faite une fois prise en compte les évolutions annuelles des régimes d'aide à la R&D, ce qui reste très peu abordé à ce jour<sup>3</sup>. Le présent rapport prend notamment en compte les évolutions du CIR : la France est en effet passée, au cours de la dernière décennie, d'un crédit d'impôt en accroissement à un crédit d'impôt en volume, en passant par une phase de crédit d'impôt hybride, alliant volume et accroissement. Les financements directs étant essentiellement marqués par l'essor des pôles de compétitivité à partir de 2005.

Nos résultats soutiennent l'hypothèse d'additionnalité lorsque sont comparées les entreprises les plus et les moins aidées ou celles qui reçoivent des doses élevées par rapport à celles n'en recevant pas. L'effet d'addition ne semble cependant pas être significatif pour des doses faibles ou modérées lorsque

---

<sup>3</sup> Voir cependant, Paff (2005), Kasahara *et al.* (2012) et Chang (2012).

les entreprises non-bénéficiaires (dose nulle) sont prises pour référence. De plus, l'estimation de la fonction dose-réponse pour chaque type de traitement (i.e. crédit d'impôt, subvention, somme des deux) n'indique des effets d'addition que pour des doses de traitement soit très faibles soit élevées. Des rendements modestes, voire des effets de substitution, semblent ainsi survenir pour des doses modérées d'aide.

Les changements de politique mis en œuvre depuis 2004 semblent avoir amélioré l'impact du CIR : l'additionnalité est désormais observée pour l'ensemble des montants même si l'impact reste plus élevé pour les montants faibles et élevés de CIR. Cette évolution positive ne se constate pas pour les subventions pour lesquelles l'additionnalité est, depuis 2004, réduite à des montants d'aides directes situés entre 30 000 euros et 150 000 euros. Globalement, les rendements du CIR semblent supérieurs à ceux des aides directes, surtout depuis 2004. L'additionnalité, si elle est souvent constatée, reste cependant faible : 1,08 euro de R&D additionnels tout au plus, pour 1 euro d'aide supplémentaire. Ces différents résultats sont cohérents avec ceux d'évaluations économétriques précédentes sur la France (Duguet, 2004 ; Duguet, 2010 ; Bellégo et Dortet-Bernadet, 2013).

La suite du rapport s'organise comme suit. La section 2 retrace l'évolution de la politique française de R&D afin d'être en mesure de comprendre les différents traitements proposés aux entreprises au fil du temps. La section 3 présente la méthode de traitement par dose et son intérêt. Les données et variables sont présentées dans la section suivante. Les résultats empiriques sont présentés dans la section 5 et leur robustesse testée en section 6 avant de conclure dans une dernière section. Les graphiques et tableaux sont tous regroupés en annexe du rapport en raison de leur grand nombre ; les tableaux et figures marqués d'une étoile sont aussi reproduits dans le corps de texte pour faciliter la lecture.

## **2. LE SYSTÈME FRANÇAIS D'AIDE A LA R&D ET SON EVOLUTION**

Un premier trait du système français de R&D par rapport à d'autres pays de l'OCDE est l'importance des financements directs et indirects à la R&D des entreprises. Un autre attribut de ce système est la part importante des dépenses de recherche exécutée par des organismes publics de recherche (OPR ci-dessous) (OCDE, 2012). Au cours du temps, les gouvernements ont dû faire face à ces deux caractéristiques et mettre en œuvre de nouveaux instruments ainsi que de nouvelles organisations afin d'améliorer le fonctionnement de ce système. Afin d'explicitier les changements fréquents et parfois importants qui se sont produits dans la politique française de R&D au cours des vingt dernières années, nous proposons de résumer les transformations successives des aides indirectes en nous focalisant sur le CIR puis de retracer les principales évolutions de la politique d'aides directes à la R&D industrielle civile.



## 2.1. Les aides indirectes à la R&D

Les aides indirectes à la R&D regroupent les aides qui ne donnent pas lieu à des versements directs aux entreprises de la part des organismes publics mais qui modifient leur environnement et donc leurs opportunités d'investissements. Elles recouvrent essentiellement les aides indirectes au financement des entreprises innovantes et les aides fiscales à la R&D. Sur le premier aspect, la mise en place à la fin des années 90 de nouveaux outils financiers induisant des allègements fiscaux pour les investisseurs a été l'initiative majeure avec : un soutien des investissements à risque (Bons de Souscription de Parts de Créateurs d'Entreprises, BSPCE en 1998), un soutien aux investissements dans l'innovation (Fonds Communs de Placement dans l'Innovation, FCPI en 1997), et un soutien aux investissements directs dans les sociétés de capital-risque dont le statut est redéfini en 2000. Toutefois, les différentes aides fiscales aux entreprises représentent l'essentiel des aides indirectes et de leur transformation. Elles recouvrent les aides fiscales aux créations d'entreprises qui viennent compléter les aides directes orientées vers les créations d'entreprise : un statut fiscal Jeunes Entreprises Innovantes (JEI, créé en 2004) dédié aux entreprises innovantes indépendantes de moins de 8 ans; un statut de Jeunes Entreprises Universitaires (JEU, créé en 2008). Enfin, le CIR est le principal outil d'intervention indirecte et son évolution engage celle du système français de R&D.

La structure du CIR s'analyse selon ses modes de calcul, ses taux ainsi que ses plafonds. Lors de son instauration en 1983, le CIR est un crédit d'impôt en accroissement. Le taux est initialement de 25% de l'accroissement des dépenses de R&D, augmenté à 50% à partir de 1985 et calculé sur deux années  $[0,5 (R\&Dt - R\&Dt-1)]$ . En 2004, cet outil est redéfini comme la combinaison d'un crédit calculé en volume et d'un crédit calculé en accroissement, comme au Japon, en Corée, au Portugal ou en Espagne  $[0,05 (R\&Dt) + 0,45 (R\&Dt-1 - R\&Dt-2)]$ . L'équilibre entre la partie en niveau et la partie en accroissement est modifié en 2006 avec l'adoption des taux de 10% et 40% sur le volume et l'accroissement, respectivement. La partie incrémentale disparaît en 2008 pour laisser un crédit d'impôt seulement en volume<sup>4</sup> avec une tranche à 30% du volume jusqu'à 100 millions d'euros et une tranche au taux réduit de 5% au-delà. Les entreprises entrant dans le système pour la première fois bénéficient d'un taux bonifié de 50% et de 40% pour la première et seconde année respectivement<sup>5</sup>. Le plafonnement est le troisième trait structurel important du CIR. Le plafond de 0,46 million d'euros (3 millions de Francs) en 1983, passe à 0,76 million d'euros (5 millions de Francs) en 1985, 1,5 millions d'euros en 1988 puis à 6,1 millions d'euros en 1991. Durant les années 1990, le plafond augmente à nouveau progressivement pour atteindre 8 millions d'euros en 2004, 10 millions d'euros en 2006, puis 16 millions d'euros en 2007. En 2008, le remplacement du plafond par un seuil à 100

---

<sup>4</sup> Entre 1988 et 1990, un deuxième crédit d'impôt en volume au taux de 30% est offert aux entreprises avec un plafond à 0,14 million d'euros. Les entreprises ont alors la possibilité de choisir entre deux régimes fiscaux de CIR.

<sup>5</sup> Ces taux bonifiés sont réduits, puis supprimés à partir de 2011.

millions d'euros pour le déclenchement du taux réduit représente une forte diminution de la discrimination historique en faveur des petites et/ou jeunes entreprises.

La définition de l'assiette fiscale constitue un outil d'orientation des crédits d'impôt. L'évolution des dépenses de R&D prises en compte par le CIR en est une première expression. Les dépenses de R&D sont définies dans le système français selon les critères internationaux codifiés par le Manuel de Frascati (OCDE, 2002), et calculées comme la somme, des dépenses de personnels de recherche multipliée par un coefficient afin de prendre en compte les frais généraux. Le coefficient appliqué pour les frais généraux était de 55% à la naissance du CIR, puis relevé à un taux de 75% en 1991 et ensuite modulé selon les zones géographiques entre 1995 et 1999 (100% dans certaines zones à faible intensité de R&D ou d'agriculture intensive, en baisse de 65% en région parisienne). À partir de 1999, seuls deux taux sont ensuite appliqués, sans discrimination géographique : celui régulier de 75%<sup>6</sup> et celui bonifié de 100% appliqué uniquement pour les salariés titulaires d'un doctorat. En 2005, ce taux bonifié de 100% pour les doctorats nouvellement embauchés est appliqué au salaire pour la première année, puis pour les deux premières années à partir de 2008. Les dépenses externes sont également incluses dans l'assiette du CIR mais plafonnées afin de limiter le jeu de sous-traitances croisées entre firmes. Les dépenses externes de R&D sont plafonnées (l'assiette passe de 2 millions à 10 millions en 2005 puis de 10 à 12 millions en 2008) et les sous-traitants doivent être accrédités. La décision de 1998 de consolider les différents CIR négatifs et positifs pour les entreprises appartenant à un même groupe fiscal participe aussi de la volonté de contrôler les dépenses externes de recherche et de plafonner réellement le CIR pour les groupes. Néanmoins, ces dépenses externes sont aussi utilisées comme des outils d'orientation : les dépenses externes vers des laboratoires académiques sont ainsi retenues pour le double de leur valeur depuis 2005. Enfin, cette assiette fiscale du CIR englobe des d'autres dépenses pour des montants faibles : les dépenses de design et de collection sont ainsi prises en compte depuis 1992 dans les secteurs de l'habillement et l'industrie textile ; les coûts de normalisation, les coûts de veille technologique, les coûts des brevets et des litiges associés à la contrefaçon ont été progressivement inclus, avec ou sans plafond.

Un crédit d'impôt recherche en accroissement détermine des dettes ou des avoirs fiscaux qu'il est plus ou moins facile de gérer pour les entreprises et les gestionnaires publics. Un crédit négatif issu de dépenses irrégulières en R&D peut être reporté, mais peut amener les entreprises de petite taille ou nouvelles à sortir durablement du système. Des amnisties annulant les crédits négatifs, ont ainsi été décidées en 1993 puis 1999. Elles deviennent systématiques en 2004 avec une extinction proposée des crédits d'impôts négatifs de plus de 5 ans d'âge (antérieurs à 1999). Un problème similaire se produit avec les crédits d'impôt positifs lorsque les entreprises, surtout les jeunes intensives en R&D et/ou

---

<sup>6</sup> Sera à nouveau révisé à partir de 2011.

sans impôts sur les sociétés, désirent obtenir la restitution immédiate de la créance. À partir de 1992, ce remboursement n'a plus été automatique sur une base annuelle pour toutes les entreprises : le remboursement a été étalé sur les trois ans et uniquement pour les nouvelles entreprises; en 1995, cette restitution a été restreinte aux jeunes entreprises installées dans les zones géographiques peu intensives en R&D ; en 1999, la restitution pour toutes les jeunes entreprises a été rétablie. A partir de 1999, les entreprises ont eu la possibilité de mobiliser la créance sur l'État auprès d'organismes financiers (BDPME-Oséo, BNP par exemple). En 2004, les entreprises nouvelles ont pu se faire rembourser leur CIR positif sur leurs quatre premières années d'existence. En 2009, dans le cadre du plan de relance, les créances en souffrance des quatre années précédentes ont pu être exceptionnellement remboursées. Ces multiples ajustements illustrent la difficulté récurrente que l'État a rencontré dans la gestion des crédits octroyés, qu'ils soient négatifs ou positifs.

## 2.2. Les aides directes à la R&D

Pendant les années 1990, la part des subventions en faveur de la R&D civile des entreprises a diminué progressivement<sup>7</sup>. Cette lente décroissance recouvre une transformation importante des aides directes à la R&D qui est bien plus délicate à cerner que celle très codifiée du CIR. La politique de subvention à la R&D était encore dans les années 1990 orientée vers les « Grands programmes » dominés par les grandes entreprises, vers des branches de recherche telles que l'aéronautique, l'aérospatial, l'énergie nucléaire et les NTIC mais aussi, de façon plus originale, vers le support aux réseaux de R&D grâce à des outils nationaux (Fonds de la Recherche et de la Technologie, FRT) ou internationaux (le financement du programme-cadre, à partir du FP1 de 1984 jusqu'au FP7 de 2007). Une première réforme a toutefois eu lieu à la fin des années 1990, compte tenu de la baisse persistante de la part de la R&D privée dans le PIB, avec une double réorientation, vers les technologies émergentes et vers les jeunes entreprises, ainsi qu'une organisation plus décentralisée.

Postulant le potentiel important des entreprises de biotechnologie et de nanotechnologie, l'objectif fut alors de rediriger les subventions de R&D vers l'entrepreneuriat high-tech dans ces domaines. Cela a conduit à différents changements entre 1997 et 2000 dans les politiques d'aides directes menées : une loi (Loi sur l'innovation en 1999) tente alors d'accroître le transfert des résultats de la recherche des OPR par, d'une part la possibilité accrue d'une mobilité des chercheurs et la revitalisation possible depuis 1984 des créations de filiales spécialisées dans les transferts de technologies au sein des OPR (les Services d'Activité Industrielles et Commerciales, dites SAIC) et, d'autre part, en proposant de nouveaux financements directs, pérennisant le financement public d'organismes complémentaires tels que les incubateurs qui fleurirent à partir de 1998 (p. ex. Carinna à Reims, Atlanpole à Nantes) ou la

---

<sup>7</sup> A noter que dans le cas du CIR, il est très difficile de cerner la part civile ou de défense car le dispositif s'adresse aux entreprises et pas à des projets précis ou identifiés.

dotation de fonds d'amorçage (BIO-amorçage pour la biotechnologie à Lyon, Emertec pour la nanotechnologie à Grenoble par exemple). Ces différentes mesures marquent une spécialisation couplée à une décentralisation des politiques d'aide à la R&D avec un poids accru des régions ou même de certaines agglomérations qui se sont mises à cofinancer les aides directes aux entreprises ou à demander des aides européennes sans passer par le niveau national. Seule la création d'un prix pour la société la plus innovante (le premier concours innovation a eu lieu en 1998) vient contrebalancer ce mouvement de décentralisation.

Ces nouvelles orientations ont entraîné un changement important dans la répartition des subventions accordées par les principaux Ministères en charge de la politique de R&D : les micro-entreprises ont été les principales bénéficiaires, au détriment des grandes entreprises. En effet, les micro-entreprises passent de 1% à 7%, les PME de 6% à 9%, les grandes entreprises de 94% à 84% des financements publics totaux fournis entre 1991 et 2007. Cependant, ces changements de politique étaient notoirement insuffisants pour atteindre l'objectif de Lisbonne fixé pour les pays européens à au moins 3% du PIB pour 2010 en matière de dépenses de R&D.

A partir de fin 2004, une nouvelle politique de soutien a été mise en œuvre en mettant en place des structures additionnelles d'aides spécialisées fédérant les acteurs locaux de la compétitivité (les « pôles de compétitivité ») suivant l'idée que les synergies sont plus faciles à produire et/ou gérer au niveau local. Cette initiative renforce les mouvements de spécialisation et de décentralisation initiés dans les années 1990 aussi bien au niveau des aides directes qu'indirectes. Cette structure basée sur des appels à projets, à laquelle abondent différents ministères ou organismes sous tutelle (y compris l'Agence Nationale pour la Recherche, ANR, créée en 2005) permet de poursuivre une politique d'aide directe aux entreprises afin de développer les transferts de connaissance entre entreprises et OPR, d'identifier localement les projets innovants des micro-entreprises ou des PMI-PME. Cette nouvelle politique régionalisée d'aides directes est aussi le moyen pour le gouvernement central d'une part de contrôler, par le biais d'un système de pilotage complexe et un investissement annuel constant de 450 millions d'euros par an environ, la montée en puissance des régions et de l'Union européenne en matière de politique régionale d'innovation et, d'autre part, de réinsérer explicitement les grandes entreprises dans le jeu. L'année 2004 est aussi l'année de création d'une agence supplémentaire (Agence de l'innovation industrielle, AII, supprimée en 2008), qui visait à financer des projets d'innovation de rupture (de 20 millions à plusieurs centaines de millions d'euros).

Les nombreuses modifications du CIR au cours des 25 dernières années peuvent être interprétées dans un sens positif comme un processus d'apprentissage dans un système complexe. Cependant, les différents taux choisis au fil du temps (25%, 50%, 5%, 30%, 40%), les différents plafonds (2, 8, 10, 12, 16 millions) reflètent l'ignorance, en France comme ailleurs, des doses optimales à appliquer aux entreprises et des effets des modifications au cours du temps. Le même constat peut être fait pour les

aides directes : la réorientation importante des aides vers certaines technologies ou vers certains types d'entreprises, justifiée par de nombreux changements structurels, s'est déroulée sans connaître exactement les rendements associés aux nouvelles aides directes proposées ou aux anciennes aides délaissées. C'est à ces questions que nous essayons d'apporter des éléments de réponse dans la suite du présent rapport.

## 3. LES DONNÉES

### 3.1 Les sources de données

Nous combinons quatre sources différentes de données individuelles sur les entreprises pour construire notre base de données. Notre première source de données comprend les données de R&D de la période 1993-2009 de l'enquête annuelle sur la R&D des entreprises du MESR. Cette enquête renseigne les dépenses et investissements en R&D définis selon les lignes directrices du Manuel de Frascati (OCDE, 2002). Il comprend des données déclaratives telles que les dépenses de R&D internes et externes ainsi que différents financements externes provenant ou à destination d'organismes publics ou d'entreprises privées. Sur les aides, les financements directs reçus ou versés, les ressources et dépenses civiles ou militaires, sur contrats de recherche ou sur subventions, en provenance de ministères (par exemple, Ministère de la Recherche, Ministère de l'Industrie) ou d'organismes publics (par exemple, Oséo-ANVAR, ADEME, ANR) sont retracés.

Le fichier fiscal du Crédit Impôt recherche du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, qui est le gestionnaire du CIR, constitue notre deuxième source de données. Ces données sont quasi exhaustives et révèlent la quantité de crédit d'impôt recherche obtenu par les entreprises sur une base annuelle. Comme un crédit d'impôt négatif peut être reporté au cours du temps par les entreprises ou un crédit positif mobilisé auprès d'organismes financiers, il est difficile de savoir si le CIR a donné lieu *in fine* à un financement indirect sur l'année considérée. La valeur nette positive du crédit d'impôt annuel, une fois éventuellement retranché les crédits négatifs des années antérieures, est considéré par la suite comme le montant susceptible d'influencer positivement les efforts en R&D des entreprises. Depuis 1998, les entreprises doivent en outre consolider au niveau du groupe d'affaires leurs différentes déclarations de R&D et leurs créances de crédit d'impôt<sup>8</sup>.

Un troisième ensemble de données est fourni par les enquêtes annuelles d'entreprises (EAE) de 1993 à 2007. L'enquête dirigée par l'Institut national français de la statistique et des études économiques

---

<sup>8</sup> Si les fichiers fiscaux du CIR nous permettent d'identifier les groupes fiscaux, les données ne nous permettent pas, de manière fiable et systématique, d'identifier les montants de R&D réels dépensés par telle ou telle filiale ou maison-mère. Par la suite, les montants déclarés au niveau de chaque entité sont ceux retenus.

(Insee) retrace les caractéristiques individuelles des entreprises manufacturières françaises de plus de 19 salariés et entreprises de services avec plus de 10 employés. Elles fournissent leur principale activité (code NACE), leurs principales données comptables, des données sur la main-d'œuvre.

Parmi ces variables, le nombre d'employés, la valeur ajoutée, les exportations, les flux de trésorerie et subventions d'exploitation sont les variables d'un intérêt tout particulier pour nos estimations économétriques.

Les données ESANE (Élaboration des Statistiques Annuelles d'Entreprise) sont fournies par le Ministère des Finances et viennent se substituer aux EAE pour les années 2008 et 2009. L'essentiel des variables disponibles au sein des EAE peuvent ainsi être récupérées dans ESANE même si des difficultés sont rencontrées pour l'année de transition 2008 pour laquelle certaines variables ne sont pas renseignées.

Un dernier cortège de données rassemble les données « liaisons financières » (LIFI) sur la période 1993-2009, fournies par l'INSEE en collaboration avec le Bureau van Dijk (DIANE). Ces données nous permettent d'identifier les groupes d'entreprises. À noter que ces groupes financiers n'ont pas exactement le même périmètre que les groupes fiscaux utilisés depuis 1998 pour consolider les crédits d'impôt recherche : l'appartenance à un groupe dans LIFI est en effet défini ici par le fait d'avoir plus de 50% du capital détenu par une autre entreprise. LIFI apporte des informations sur les sièges des filiales qui peuvent se trouver aussi bien en France, qu'à l'étranger. Grâce à LIFI, nous pouvons donc identifier les entreprises situées en France et appartenant à des entreprises étrangères qui peuvent avoir des comportements différents en matière de dépenses de R&D, et qui mettent par exemple plus systématiquement en concurrence les différents systèmes nationaux d'aides à la R&D.

### **3.2 La description des données**

Une série de figures peut nous aider à saisir les principales caractéristiques des outils de politique de R&D. La Figure 1\* montre la moyenne annuelle des subventions publiques de R&D et du crédit d'impôt pour l'échantillon de firmes faisant de la R&D. Comme signalé au sein de la section sur les transformations du système de financements publics de la R&D, nous observons une part croissante des ressources publiques consacrées au crédit d'impôt recherche et une réduction tendancielle des subventions à la R&D. Une discontinuité importante dans le CIR moyen se trouve en 2004 et 2008, qui sont les années de modification majeure de cet outil. La figure 2\* ajoute un complément d'information sur le niveau moyen des dépenses de R&D faites par ces entreprises. Dans notre échantillon, il augmente du début des années 90 à l'an 2000 puis diminue par la suite. Bien que notre échantillon puisse être représentatif de l'ensemble des entreprises sur la période analysée, il peut ne pas fournir une image fiable pour chaque année. Par conséquent, ces évolutions doivent être prises avec une certaine prudence.

**Table 1 : Traitées contre Groupe Contrôle**

Variable	Subventions Traités			CIR Traités			Non Traités		
	mean	st.dev.	N	mean	st.dev.	N	mean	st.dev.	N
<i>Variables de traitement</i>									
Subventions	3,976.898	26,165.516	4,279	0	0	8,077	0	0	14,056
CIR	0	0	4,279	471.347	3,991.252	8,077	0	0	14,056
<i>Variables de résultat</i>									
Dépense privée de R&D	19,123.567	91,684.81	4,279	5,311.72	22,491.446	8,077	3,665.654	17,899.276	14,056
<i>Variables de Pre-traitement</i>									
Subventions_2eme	0.165	0.371	4,279	0.028	0.166	8,077	0.024	0.153	14,056
Subventions_3eme	0.288	0.453	4,279	0.016	0.127	8,077	0.014	0.118	14,056
CIR_2eme	0.049	0.217	4,279	0.217	0.412	8,077	0.056	0.230	14,056
CIR_3eme	0.156	0.363	4,279	0.357	0.479	8,077	0.097	0.296	14,056
Autres Subventions_2eme	0.104	0.305	4,279	0.152	0.359	8,077	0.145	0.352	14,056
Autres Subventions_3eme	0.616	0.486	4,279	0.350	0.477	8,077	0.343	0.475	14,056
Cash	0.812	0.390	4,279	0.868	0.339	8,077	0.837	0.369	14,056
R&D VA ratio	0.070	8.175	4,279	0.110	3.194	8,077	0.053	3.897	14,056
Intensité des exportations	0.336	0.285	4,279	0.347	0.288	8,077	0.317	0.278	14,056
Propriété de firme étrangère	0.276	0.447	4,279	0.430	0.495	8,077	0.454	0.498	14,056
taille(20-50)	0.143	0.350	4,279	0.132	0.339	8,077	0.127	0.333	14,056
taille(50-100)	0.156	0.363	4,279	0.156	0.363	8,077	0.147	0.354	14,056
taille(100-500)	0.365	0.482	4,279	0.443	0.497	8,077	0.475	0.499	14,056
taille(500)	0.318	0.466	4,279	0.252	0.434	8,077	0.234	0.423	14,056

Notes : Les valeurs monétaires sont en milliers d'euros 2000

**Table 2 : Terciles des Subventions**

Variable	1er Tercile			2eme Tercile			3eme Tercile		
	mean	st.dev.	N	mean	st.dev.	N	mean	st.dev.	N
<i>Variables de traitement</i>									
Subventions	15.486	7.841	1,353	78.581	35.667	1,352	10,730.593	42,305.544	1,574
CIR	0	0	1,353	0	0	1,352	0	0	1,574
<i>Variables de résultats</i>									
Dépense privée de R&D	3,262.207	11,609.231	1,353	5,233.204	15,948.439	1,352	44,689.127	146,598.337	1,574
<i>Variables de Pre-traitement</i>									
Subventions_2eme	0.125	0.331	1,353	0.282	0.450	1,352	0.098	0.298	1,574
Subventions_3eme	0.037	0.189	1,353	0.129	0.335	1,352	0.641	0.480	1,574
CIR_2eme	0.059	0.236	1,353	0.063	0.243	1,352	0.029	0.168	1,574
CIR_3eme	0.128	0.334	1,353	0.149	0.356	1,352	0.187	0.390	1,574
Autres Subventions_2eme	0.152	0.359	1,353	0.118	0.323	1,352	0.050	0.217	1,574
Autres Subventions_3eme	0.547	0.498	1,353	0.559	0.497	1,352	0.725	0.447	1,574
Cash	0.870	0.337	1,353	0.817	0.387	1,352	0.759	0.428	1,574
R&D VA ratio	0.067	0.770	1,353	0.147	0.665	1,352	0.008	13.449	1,574
Intensité des exportations	0.323	0.279	1,353	0.320	0.282	1,352	0.360	0.290	1,574
Propriété de firme étrangère	0.324	0.468	1,353	0.270	0.444	1,352	0.241	0.428	1,574
taille(20-50)	0.203	0.402	1,353	0.163	0.370	1,352	0.074	0.261	1,574
taille(50-100)	0.181	0.385	1,353	0.169	0.375	1,352	0.123	0.329	1,574
taille(100-500)	0.387	0.487	1,353	0.397	0.489	1,352	0.319	0.466	1,574
taille(500)	0.212	0.409	1,353	0.251	0.434	1,352	0.468	0.499	1,574

**Table 3 : Terciles du CIR**

Variable	1er Tercile			2eme Tercile			3eme Tercile		
	mean	st.dev.	N	mean	st.dev.	N	mean	st.dev.	N
<i>Variables de traitement</i>									
Subventions	0	0	2,325	0	0	2,546	0	0	3,205
CIR	21.541	13.532	2,325	96.629	34.654	2,546	1,095.292	6,285.257	3,205
<i>Variables de résultats</i>									
Dépense privée de R&D	780.289	1,933.015	2,325	1,610.723	4,505.238	2,546	11,539.142	34,520.612	3,205
<i>Variables de Pre-traitement</i>									
Subventions_2eme	0.020	0.141	2,325	0.031	0.172	2,546	0.033	0.178	3,205
Subventions_3eme	0.006	0.075	2,325	0.011	0.104	2,546	0.028	0.166	3,205
CIR_2eme	0.234	0.423	2,325	0.351	0.477	2,546	0.098	0.297	3,205
CIR_3eme	0.066	0.248	2,325	0.260	0.439	2,546	0.645	0.479	3,205
Autres Subventions_2eme	0.184	0.387	2,325	0.168	0.374	2,546	0.116	0.321	3,205
Autres Subventions_3eme	0.264	0.441	2,325	0.335	0.472	2,546	0.423	0.494	3,205
Cash	0.867	0.340	2,325	0.868	0.339	2,546	0.868	0.339	3,205
R&D VA ratio	0.002	4.310	2,325	0.070	1.327	2,546	0.220	3.289	3,205
Intensité des exportations	0.290	0.263	2,325	0.336	0.281	2,546	0.397	0.302	3,205
Propriété de firme étrangère	0.366	0.482	2,325	0.412	0.492	2,546	0.490	0.500	3,205
taille(20-50)	0.213	0.410	2,325	0.143	0.350	2,546	0.066	0.248	3,205
taille(50-100)	0.216	0.412	2,325	0.185	0.388	2,546	0.089	0.284	3,205
taille(100-500)	0.454	0.498	2,325	0.494	0.500	2,546	0.394	0.489	3,205
taille(500)	0.093	0.290	2,325	0.161	0.367	2,546	0.440	0.496	3,205



Dans la Figure 3\*, la moyenne des dépenses de R&D des entreprises aidées (ou dites encore traitées) et de celles non aidées (ou dites encore non traitées) sont retracées ainsi que les financements publics moyens accordés aux firmes. Il apparaît qu'en moyenne, les entreprises traitées investissent davantage dans leurs activités de recherche ; même les aides totales moyennes (barre verte) ajoutées aux investissements moyens en R&D des firmes non traitées (barre rouge) n'atteignent pas le niveau moyen des dépenses de R&D privée des firmes traitées (barre bleue). En regardant les figures 4 et 5, qui comparent plus précisément les dépenses de R&D des firmes non aidées aux dépenses des firmes aidées seulement par des subventions ou du CIR respectivement, nous obtenons les mêmes conclusions que pour la figure 3\*. En fait, sauf pour l'année 2009 dans le cas du CIR, les entreprises aidées présentent des niveaux moyens plus élevés de dépenses de R&D privée que les entreprises non aidées<sup>9</sup>. Dans les figures 6, 7 et 8, nous indiquons le nombre de destinataires des aides ainsi que la taille du groupe contrôle, autrement dit du groupe des entreprises non-aidées, pour chaque année. De ces graphiques, il s'avère que la taille de l'échantillon des firmes aidées et non aidées permet une comparaison opportune entre entreprises appartenant à l'un ou l'autre de ces deux groupes.

### 3.3 Statistiques descriptives

Dans cette section, nous recensons quelques statistiques descriptives sur les entreprises non-aidées et celles aidées de différentes façons. Dans la Table 1\*, nous présentons des informations sur les bénéficiaires de subventions, les bénéficiaires de crédits d'impôt et les entreprises non aidées. Pour chacun de ces groupes, nous montrons la moyenne, l'écart type et le nombre d'observations. Comme mentionné précédemment, nos variables de traitement sont les subventions publiques de R&D et le CIR. Nous les considérons de manière alternative, ou bien ensemble, comme une somme représentant l'aide publique totale ou encore le soutien public total apporté aux entreprises. Cela implique que, pour évaluer l'effet des subventions publiques de R&D seules, on exclut les entreprises bénéficiaires du CIR et vice-versa. Dans notre panel non cylindré, nous avons donc quatre ensembles disjoints de « firmes », c'est-à-dire ici d'observations d'entreprises sur une seule année : 14 056 firmes de contrôle qui ne bénéficient d'aucune aide ; 4 279 firmes qui ont bénéficié seulement de subventions de R&D (Table 2\*); 8 077 firmes bénéficiaires du seul CIR (Table 3\*); le nombre des entreprises qui reçoivent à la fois des subventions à la R&D et du CIR est enfin de 15 529.

Notre variable dépendante est le niveau privé de dépenses en R&D (pris en log dans l'analyse empirique). Il est important de souligner que toutes les variables en valeurs monétaires sont déflatées,

---

<sup>9</sup> Une interprétation possible est que les firmes sont stratégiques pour l'année de crise 2009 et ont fait une répartition des dépenses de RD afin d'optimiser le CIR reçu.



par l'indice du PIB, en euros et au prix de 2000<sup>10</sup>. Il apparaît clairement que, en moyenne, pour chaque type d'aides, les firmes dépensent plus de R&D que ne le font les firmes non aidées. Ce résultat est à première vue conforme à celui précédemment observé dans la sous-section précédente (cf. figures 3, 4, et 5).

Parmi les caractéristiques de pré-traitement, nous avons des variables indicatrices pour le deuxième et troisième tercile de nos variables de traitement, les subventions d'exploitation, le ratio R&D sur valeur ajoutée (mesurant l'intensité de R&D), l'intensité des exportations et des variables indicatrices pour un cash-flow positif, l'appartenance de l'entreprise à un groupe étranger, 4 groupes de taille d'entreprise et un classement des activités des firmes au niveau à 2 chiffres de la NACE (celui-ci n'est pas indiqué dans le tableau). Peu de différences notables apparaissent dans les données observables en comparant leurs valeurs moyennes. Il apparaît que les firmes aidées aujourd'hui ont plus souvent eu des aides auparavant que les firmes non aidées n'en ont eues.

Dans les Tables 2\*, 3\* et 4, nous comparons le premier, deuxième et troisième tercile des montants respectivement, des subventions de R&D, de CIR et de financement public total (la somme des deux). On observe certaines similitudes entre ces tables. Premièrement, la moyenne des dépenses privées de R&D augmente avec la taille du traitement reçu. Il s'agit d'une preuve supplémentaire : on pouvait en effet s'attendre à trouver ces effets d'additionnalité sur les inputs en comparant des entreprises traitées différemment. Deuxièmement, il y a un degré de persistance dans l'intensité du traitement : les entreprises qui ont bénéficié de fortes doses sont mieux à même d'obtenir un traitement similaire ensuite. Enfin, les entreprises caractérisées par un plus grand nombre d'employés sont les plus susceptibles de tomber dans le troisième tercile de la distribution des aides.

## 4. LES MÉTHODES D'APPARIEMENT

On compare habituellement les effets sur un individu d'un médicament par rapport à l'absence de traitement par ce médicament (du Doliprane par rapport à pas de Doliprane ou un placebo). Une approche plus fine compare des individus similaires (deux jeunes femmes célibataires par exemple) ou deux jumelles ayant pris des doses prédéfinies différentes (sachet de 250 mg de Doliprane ou 500 mg de Doliprane par exemple). Enfin, on peut comparer les effets induits par des doses différentes (sachet de 250 mg contre une partie du sachet avec 243 mg par exemple) prises par des individus similaires ou des jumeaux.

---

<sup>10</sup> En l'absence d'indices des prix disponibles pour les différentes dimensions retenues (e.g. un indice de prix de R&D) nous retenons l'indice du PIB pour l'ensemble des variables monétaires. Le passage en log des variables assure en outre la transformation d'un effet multiplicatif en effet additionnel. Les résultats sont donc similaires avec ou sans déflation.

Cette section propose d'utiliser ces différentes stratégies d'estimation pour mener une évaluation empirique de l'impact des subventions publiques à la R&D et du CIR. Profitant des récents progrès dans l'analyse de l'évaluation de programmes d'aide, nous proposons des méthodes d'appariement pour des catégories de traitement (utilisant aussi bien le score de propension que l'appariement exact) ou des traitements continus (avec le modèle de dose) comme complément aux méthodes de traitements binaires traditionnelles.

La méthode par catégories de traitement propose d'avancer par rapport à la vision dichotomique des aides : avoir une aide ou pas est ainsi substitué à une question plus subtile d'avoir des aides importantes, moyennes ou faibles par exemple, relativement au fait de ne pas avoir d'aide. On va ainsi obtenir des résultats plus riches que ceux obtenus dans une vision dichotomique de l'aide et comparer deux firmes similaires : celle qui a eu des aides d'un montant moyen avec celle qui n'a pas eu d'aide. De manière intéressante, on pourra aussi comparer les dépenses de R&D d'une entreprise qui a obtenu une aide d'un montant élevé par rapport à celle bénéficiant d'un montant d'aide moyen, par exemple. Pour quatre classes de montants d'aide (aide nulle, aide faible, aide moyenne ou aide large), que ce soit pour le CIR, les subventions ou les aides publiques, on aura donc des résultats sur 6 écarts potentiels de dépenses de R&D, correspondant à 6 différences de traitement. Cette approche est compatible avec une méthode d'appariement par score de propension et par appariement exact<sup>11</sup>. Dans le premier cas, on utilise les caractéristiques des entreprises pour déterminer la probabilité d'être aidée (beaucoup) ou pas (peu). Cette probabilité d'avoir une aide, que ce soit une aide directe ou indirecte, va dépendre de ses caractéristiques à la période précédente : de son intensité de R&D, de sa capacité de financement, de la part de son marché situé à l'étranger, de la propriété étrangère ou non de son capital, de son secteur d'activité mais aussi de sa capacité à avoir obtenu des aides précédemment, y compris des subventions d'exploitation, de sa taille et enfin de son secteur principal d'activités. Cette équation permet d'identifier, à partir des scores de propension le plus proche, un sous-échantillon d'entreprises comparables entre le groupe des entreprises aidés (aide d'un montant élevé par exemple) et le groupe de contrôle (aide nulle ou aide d'un montant moyen par exemple). L'appariement exact va se centrer non pas sur une entreprise ressemblante (score le plus proche) mais sur une entreprise identique, c'est-à-dire qui aura exactement les mêmes caractéristiques retenues. L'appariement exact est plus exigeant car un « jumeau » est d'autant plus facile à trouver que l'échantillon est grand et que les critères de comparaison sont peu nombreux. Une fois les appariements réalisés, on peut comparer les comportements de dépense de R&D en fonction des aides appliquées et ce, dans le temps.

---

<sup>11</sup> On aura donc 18 résultats pour les catégories de traitements 6 écarts de traitements (nulle/faible, nulle/moyen, nulle/large, faible/moyen, faible/large, moyen/large) fois 3 traitements possibles (CIR, subvention ou les deux à la fois) fois les 2 méthodes d'appariement (propension de score ou appariement exact).

L'effet des aides est ici non pas estimé afin de cerner si une entreprise aidée va dépenser plus que celle pas ou moins aidées et si cet écart évolue au cours des années. Les réformes successives du CIR et des subventions modifient en effets les opportunités pour les entreprises et, une évaluation annuelle, devrait nous permettre de cerner les évolutions éventuelles des rendements de ces aides. Cet écart pourra être visualisé en niveau (le niveau de R&D des traités et le niveau de R&D des pas ou moins traités) ou directement en différence de niveaux de dépenses de R&D.

Les catégories de traitements (CIR faible comparé à CIR moyen comparé à CIR nul par exemple) sont un progrès par rapport à l'approche dichotomique (CIR ou pas). Cependant quelle est la dose optimale pour l'entreprise ? La posologie retenue (faible, moyenne ou forte) reste frustrante et l'on aimerait connaître la distribution des effets sur la R&D induits par les différentes doses de traitement (CIR, subventions ou la somme des deux). Les modèles de traitement par dose, permettent justement d'aller plus loin, en étant plus précis, que les modèles par catégorie de traitement. En ne considérant que les entreprises aidées, on va pouvoir comparer les comportements des entreprises similaires qui ont des aides similaires. Les entreprises sont similaires car elles ont la même probabilité d'obtention d'une aide, mais, en réalité, elles n'obtiennent pas exactement le même montant. En se basant sur les différences observées d'aides, on peut dès lors calculer pour chaque montant d'aide, l'investissement de R&D réalisé par les entreprises. A partir des montants des aides et des montants des investissements de R&D menés par ces entreprises on va dès lors supposer que la variation de l'investissement de R&D réalisé par l'entreprise est imputable à une variation de l'aide versée à l'entreprise. On peut dès lors calculer un rendement de l'aide marginale et ce pour différents montants de l'aide.

Ces méthodes ont été les plus utilisées au cours des dix dernières années par les chercheurs empiriques dans le domaine de l'inférence causale sur données observationnelles. Afin de donner un aperçu plus précis de ces différentes méthodes ainsi que de leurs forces et faiblesses, nous les exposons tour à tour. Le lecteur peu intéressé par le contenu de ces méthodes pourra passer directement aux résultats de la section 5.

#### **4.1 Par catégories de traitement**

Il est trivial de dire que les dépenses de R&D dépendent du montant de l'aide publique reçue par une entreprise. Cependant, le couplage de l'information sur l'obtention par une firme d'un soutien à la R&D avec l'information sur le montant reçu par cette firme ouvre la perspective d'une analyse fondée sur des catégories de traitement.

L'appariement par catégories (par score de propension et par appariement exact) évalue la classe de traitement qu'une entreprise peut espérer compte tenu de ses caractéristiques observables avant traitement. Conformément à la logique de l'appariement dichotomique, l'estimation de l'impact de

l'intervention publique est basée sur la comparaison entre entreprises aux scores similaires (ou compte tenu de caractéristiques exactement les mêmes dans le cas de l'appariement exact), mais appartenant à deux classes ou catégories différentes. Ces catégories sont définies dans le présent rapport à partir des terciles observés dans la distribution des aides directes à la R&D, des aides fiscales à la R&D ou d'aide totale à la R&D (la somme des deux premiers). Le choix de terciles permet d'identifier des non-linéarités dans les rendements tout en préservant le nombre des entreprises appariées ce que n'aurait pas forcément permis l'usage de quartiles ou de quintiles par exemple. Cette catégorisation repose sur une règle objective et, par conséquent, n'est pas soumise à une catégorisation arbitraire et potentiellement trompeuse. Cette méthode d'estimation est bien adaptée aux comparaisons non seulement entre les deux catégories consécutives de groupes traités, mais aussi entre groupes traités et non traités (ce qui n'est pas autorisé dans le traitement continu). Cela aide beaucoup à comprendre si tel effet, obtenu à partir d'un cadre de traitement unique, est tout simplement tiré par une seule catégorie de traitement ou s'il est vraiment confirmé pour toutes les catégories de traitement. L'homogénéité de traitement dans ce dernier cas peut représenter une hypothèse plus plausible et acceptable que dans le cas d'un appariement dichotomique.

Ainsi, nous avons l'ensemble des résultats potentiels sur la R&D  $\{Y^0, Y^1, \dots, Y^M\}$  pour  $M+1$  catégories différentes de traitement mutuellement exclusives (la catégorie 0 est composée exclusivement de firmes non traitées). Évidemment, nous ne pouvons observer qu'une seule réalisation du vecteur des résultats potentiels, les  $M$  autres catégories sont des contrefactuels. Afin d'estimer les différents effets de traitements, les hypothèses d'indépendance conditionnelle (*unconfoundedness* ou CIA) et celle de support commun doivent être satisfaites. Compte tenu des covariables, alors que l'hypothèse d'indépendance conditionnelle nécessite que l'indicateur de traitement soit indépendant des résultats potentiels, l'hypothèse de support commun assure de trouver pour chaque firme traitée une firme de contrôle avec les mêmes variables observables, étape qui est assurée par le calcul du score de propension. À cet égard, un résultat pratique est que l'existence de traitements différents peut être ignorée pour effectuer une comparaison entre catégories d'appariement, car ceux-ci ne sont pas nécessaires pour l'identification.

Pour la mise en œuvre de l'appariement par catégorie, il est nécessaire d'exécuter autant d'estimations probit que le nombre d'effets auquel on s'intéresse. Ainsi, une fois identifiée la probabilité de recevoir une subvention ou un crédit d'impôt de taille donnée par rapport à celle ou à celui de catégorie immédiatement supérieure, conditionnellement à l'ensemble de variables observables, il est possible de calculer l'effet du traitement associé. Les contrefactuels sont sélectionnés en utilisant la méthode caliper. Cela représente un scalaire définissant la distance limite autour de laquelle l'appariement est autorisé (la tolérance maximale est fixée ici à 0,01 comme différentiel maximal de probabilité d'être traité et non (ou moins) traité). De cette façon, nous cherchons à garantir la qualité de l'appariement, puisque de « mauvais » correspondants ne peuvent être inclus dans les groupes de comparaison.

## 4.2 Par traitement continu

La mise en œuvre de l'appariement avec traitement continu nous permet de comparer les entreprises financées à un niveau de traitement spécifique aux entreprises correspondantes plus ou moins exposées, puis d'identifier les effets des financements incrémentaux sur les dépenses de R&D de ces entreprises.

Le groupe de traitement est composé d'entreprises recevant seulement des subventions publiques de R&D, des entreprises ne recevant que du CIR et celles bénéficiant d'une combinaison des deux outils d'aide. Considérant que la définition du traitement varie en fonction du type de politique de R&D analysée, le groupe de contrôle est défini de manière unique comme l'ensemble des entreprises qui effectuent des niveaux positifs de dépenses privées de R&D, mais qui ne reçoivent aucune forme de soutien pour aider leur activité d'innovation.

La méthode de traitement continu s'avère particulièrement utile lorsque le nombre de valeurs de traitement est relativement important puisque, comme indiqué par Imbens et Wooldridge (2009), la possibilité de lissage dans le traitement permet d'améliorer la précision de l'inférence. Cette stratégie d'estimation repose sur l'hypothèse dite d'indépendance conditionnelle faible, formulée par Imbens (2000), qui ne nécessite plus l'indépendance jointe entre le traitement et chacun des résultats potentiels mais suppose simplement une indépendance deux à deux entre le traitement et chaque résultat potentiel.

De cette façon, on surmonte l'une des limitations liées à l'hypothèse d'indépendance conditionnelle (CIA) faite par Rosenbaum et Rubin (1983) pour le cas dichotomique. En effet, les problèmes de suppression de biais et d'inférences causales peuvent être résolus en ajustant par rapport aux différences entre variables observables.

À partir de ces observables, il est possible de calculer la probabilité conditionnelle de recevoir un niveau spécifique de traitement (non plus le fait de recevoir un traitement ou pas), qui prend le nom de score de propension généralisé (SPG). Une propriété importante est que l'indépendance conditionnelle faible compte tenu des observables implique l'indépendance conditionnelle faible compte tenu du SPG, de sorte que les effets moyens du traitement peuvent être obtenus conditionnellement au SPG (Hirano et Imbens, 2004).

Plus formellement, on définit à côté de  $Y_{i,t}$ , la variable de résultats potentiels, (a) le vecteur  $X_{i,t-1}$  des variables de conditionnement observées pour chaque firme  $i$ , (b) l'ensemble des valeurs de traitement distribuées de manière continue  $D_{i,t}$  et (c) la fonction dose-réponse  $F_{i,t}(d)_{d \in D}$ . En outre, on suppose que  $X_{i,t-1}$ ,  $D_{i,t}$  et  $F_{i,t}(d)_{d \in D}$  appartiennent à un espace commun de probabilité. Par souci de simplicité,

les indices ne seront plus signalés par la suite. Ainsi, la propension à obtenir le soutien à la R&D et le SPG sont définis respectivement comme :

$$r(d, x) = Y_{D|X}(d|x) \quad \text{et} \quad R = r(D, X)$$

En outre, le SPG est tenu de respecter la condition suivante d'équilibre dans les observables :

$$X \perp 1(D = d) | r(d, x)$$

Dans laquelle  $1(\cdot)$  est la fonction indicatrice.

Comme l'expliquent en détail Bia & Mattei (2008), la mise en œuvre de la méthode d'appariement SPG consiste principalement en trois étapes. Dans un premier temps, le score  $R$  est estimé et le traitement  $D$  (ou une transformation monotone de celui-ci), compte tenu des observables, est tenu de respecter une distribution normale :

$$g(D)|X \approx N[(\gamma, X), \sigma^2] \quad .$$

Ici,  $g(D)$  est une transformation adéquate de la variable de traitement et  $(\gamma, X)$  est une fonction des co-variables d'ordre 1 ou supérieur, qui dépend d'un vecteur de paramètres  $\gamma$ .

Dans la deuxième étape, l'espérance de la variable de résultat  $Y$ , conditionnellement à  $D$  et  $R$ , est modélisée comme suit :

$$E(Y|D,R) = a_0 + \alpha_1 D + \alpha_2 D^2 + \alpha_3 D^3 + \alpha_4 R + \alpha_5 R^2 + \alpha_6 R^3 + \alpha_7 DR \quad ,$$

où l'ordre de la puissance des arguments peut être supérieure à 3 et où les paramètres sont estimés par les Moindres Carrés Ordinaires (MCO).

Cette procédure est utile pour exclure la possibilité que des variables explicatives n'induisent un biais alors qu'aucun effet significatif n'est attendu pour les coefficients de cette dernière équation.

Enfin, la troisième étape consiste à faire la moyenne de la fonction de réponses aux doses  $E(\hat{Y})$  selon la fonction de score estimée  $\hat{R}$  évaluée au niveau du traitement voulu.

Cependant, un inconvénient général de cette méthode d'appariement est qu'il est presque impossible d'identifier les règles exactes d'attribution des financements publics par les pouvoirs publics. Cela pose la question classique des variables manquantes puisqu'une variable influençant la décision d'attribuer la subvention de R&D par les décideurs publics peut manquer (dans notre base de données). Ainsi, cette lacune pourrait éventuellement conduire à un calcul incorrect des scores de propension simples et généralisés et ensuite biaiser l'estimation des effets des traitements.

Table 7: Appariement par score de propension: estimation des effets moyens du traitement sur les traités (ATT)

	<i>Subventions</i>			<i>CIR</i>			<i>Total Aides publiques totales</i>		
	Non Traités	Petite	Moyen	Non Traités	Petite	Moyen	Non Traités	Petite	Moyen
Traités	.1273**			-.0589			-.0343		
	(.0585)			(.0399)			(.0389)		
Petit	-.3293***			-1.0951***			-.8774***		
	(.0698)			(.0521)			(.0406)		
Moyen	-.2543***	.0765		-.7101***	.6532***		-.6446***	.2332***	
	(.0830)	(.1410)		(.0573)	(.0717)		(.0460)	(.0561)	
Grand	.6020***	1.2538***	.9075***	.4971***	2.0337***	1.3747***	.6776***	1.3591***	1.3853***
	(.1463)	(.2254)	(.1914)	(.0756)	(.1235)	(.0647)	(.0883)	(.1249)	(.0749)

Dans la table nous mesurons la moyenne du traitement sur les traités (ATT) qui est la différence de dépenses privées de R&D entre les entreprises aidées et non aidées. Seuils de significativité: \*\*\*(1%), \*\*(5%), \*(10%).

TABLE 5 – Estimations par les MCO

Variable	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
txclevel	0.00001 (0.00002)				-0.00001 (0.00001)	
txc2		-0.08059*** (0.03236)				-0.02995 (0.03354)
txc3		0.54173*** (0.04049)				0.49370*** (0.04035)
sublevel			0.00001*** (0.00000)		0.00001*** (0.00000)	
sub2				-0.17546*** (0.04899)		-0.08565* (0.04883)
sub3				0.26833*** (0.07922)		0.36067*** (0.07171)
Observations	22,133	22,133	18,335	18,335	29,585	29,585
R2-adj	0.45023	0.45874	0.50279	0.49934	0.09204	0.48057

Note: la variable dépendante est le log des dépenses privées de R&D.

Seuils de significativité: \*\*\*(1%), \*\*(5%), \*(10%).

TABLE 6 – Estimations par les MCO : périodes 1998-2003 et 2004-2009

Variable	1998-2003	2004-2009	1998-2003	2004-2009	1998-2003	2004-2009
txclevel	0.00040*** (0.00004)	0.00001 (0.00002)			0.00026*** (0.00005)	0.00002 (0.00002)
txc2			-0.15894** (0.07054)	-0.07010 (0.04313)		-0.12514* (0.07232)
txc3			0.53860*** (0.08031)	0.55758*** (0.04949)		0.45465*** (0.08276)
sublevel					0.00001*** (0.00000)	0.00001 (0.00000)
sub2						
sub3						
Observations	7,750	7,750	10,334	10,334	10,249	13,721
R2-adj	0.46790	0.46435	0.43583	0.44751	0.50078	0.44528
			7,669	7,669	6,573	10,249
			0.50228	0.47060	0.49362	0.44528
						13,721
						0.45124

Note: la variable dépendante est le log des dépenses privées de R&D.

Seuils de significativité: \*\*\*(1%), \*\*(5%), \*(10%).



## 5. LES RÉSULTATS

Dans les sous-sections qui suivent, nous discutons les résultats sur l'évaluation des traitements obtenus par les MCO, l'évaluation des traitements par catégories ou par dose. La comparaison entre ces différentes méthodes d'estimation nous permet de fournir une évaluation assez complète des effets des subventions de R&D et du CIR sur les dépenses de R&D.

### 5.1 Les résultats avec les MCO

Les résultats sur les MCO sont présentés dans le Tableau 5\*. La variable dépendante est le logarithme des dépenses privées de R&D et toutes les spécifications comprennent l'ensemble des variables de contrôle figurant dans les statistiques descriptives. Les variables "Txclev" et "Sublev" se réfèrent respectivement au niveau (level) de CIR et de subventions, tandis que ("Txc2", "Sub2") et ("Txc3", "Sub3") indiquent si le niveau de traitement par le couple (crédit d'impôt, subventions) se situe dans le deuxième ou troisième tercile de la distribution.

Les première et deuxième colonnes ((1) et (2)) du Tableau 5\* se réfèrent au sous-échantillon composé seulement des non bénéficiaires et des bénéficiaires du CIR. Nous constatons que le paramètre sur le niveau d'aide fourni par le crédit d'impôt recherche n'est pas significativement différent de 0. Cependant, lorsque nous considérons les terciles, nous obtenons que Txc2 est associée à un coefficient négatif et significatif, et que le paramètre sur Txc3 est associé à un coefficient positif et significatif et que sa magnitude est environ 54% plus grande en moyenne.

Les troisième et quatrième colonnes ((3) et (4) in Table 5\*) indiquent les paramètres estimés pour l'échantillon composé uniquement des non bénéficiaires et des bénéficiaires de subventions de R&D. Dans ce cas, l'estimation du niveau de subvention est trouvée positive et significative. Similaires aux résultats sur Txc2 et Txc3, les variables Sub2 et Sub3 sont associées à des coefficients significatifs négatifs et positifs, respectivement.

Enfin, dans les deux dernières colonnes ((5) et (6) in Table 5\*) nous supprimons la condition d'exclusivité de traitement et ce faisant nous pouvons inclure soit les deux variables en niveau, soit les deux indicatrices pour chacun des deux terciles d'aides. Les résultats ne changent pas beaucoup : nous observons une valeur et des niveaux de signification plus faibles liés à Txc2 et Sub2, mais tous les autres paramètres conservent leur signe et le même ordre de grandeur. Si nous interprétons les estimations par les MCO comme des liens de causalité alors nous pouvons affirmer que de fortes doses de traitement induisent une additionnalité élevée: cette dose forte augmenterait les dépenses moyennes de R&D privée de moitié environ dans le cas du CIR et d'environ un tiers dans le cas des subventions.

Table 7: Appariement par score de propension: estimation des effets moyens du traitement sur les traités (ATT)

	<i>Subventions</i>			<i>CIR</i>			<i>Total Aides publiques totales</i>		
	Non Traités	Petite	Moyen	Non Traités	Petite	Moyen	Non Traités	Petite	Moyen
Traités	.1273**			-.0589			-.0343		
	(.0585)			(.0399)			(.0389)		
Petit	-.3293***			-1.0951***			-.8774***		
	(.0698)			(.0521)			(.0406)		
Moyen	-.2543***	.0765		-.7101***	.6532***		-.6446***	.2332***	
	(.0830)	(.1410)		(.0573)	(.0717)		(.0460)	(.0561)	
Grand	.6020***	1.2538***	.9075***	.4971***	2.0337***	1.3747***	.6776***	1.3591***	1.3853***
	(.1463)	(.2254)	(.1914)	(.0756)	(.1235)	(.0647)	(.0883)	(.1249)	(.0749)

Dans la table nous mesurons la moyenne du traitement sur les traités (ATT) qui est la différence de dépenses privées de R&D entre les entreprises aidées et non aidées. Seuils de significativité: \*\*\*(1%), \*\*(5%), \*(10%).

Dans le Tableau 6\*, les estimations MCO sont maintenant scindées entre la période 1998-2003 et la période 2004-2009. Nous comparons ces 2 sous-périodes de 6 années afin de prendre en compte les changements dans les paramètres qui pourraient être imputables à des modifications de politique publique de soutien à la R&D (voir section 2). Par la suite, nous essayerons de comparer les années. Cependant, nous conservons la périodisation (1998-2003 et 2004-2008) pour les modèles de traitement par dose afin de préserver une taille suffisante des échantillons. En d'autres termes, les résultats pour les seules années 2008-2009, ne peuvent être systématiquement fournis.

Nous trouvons peu de résultats lorsque les montants des aides ou leur somme sont considérés. Lorsque les classes de traitement sont distinguées, une corrélation statistique forte entre notre variable de résultat et le montant élevé de CIR pour les deux périodes. On assiste cependant à une réduction à la fois en termes de taille et de significativité pour le coefficient des subventions à la R&D faite sur la période la plus récente.

Cependant, les estimations MCO ne sauraient être interprétées comme des effets de causalité parce que le traitement n'est pas exogène par rapport au choix de l'entreprise d'investir beaucoup dans des activités de R&D : notamment, ce sont les firmes qui font le plus de R&D auxquelles les aides sont proposées en premier.

## 5.2 Appariements sur catégories de traitement (PScore et exact)

Une réponse possible à la question du caractère endogène de l'aide est la mise en œuvre d'une approche d'appariement, dans laquelle l'affectation du traitement est basée sur les caractéristiques des entreprises avant traitement. Les résultats obtenus par le score de propension sur les catégories de traitements sont résumés dans le Tableau 7\*, où les effets moyens du traitement sur les traités (ATT) sont signalés pour notre variable de résultat, le logarithme des dépenses privées de R&D. La première ligne se réfère à la méthode standard d'appariement dichotomique dans laquelle toutes les catégories d'entreprises bénéficiaires (Petites, moyennes ou grandes) sont comparées à celles non traitées (non bénéficiaires). Cette simple comparaison montre un effet positif et significatif de l'octroi de subventions publiques, mais un effet non significatif pour un financement de type CIR. Plus précisément, les dépenses privées de R&D des destinataires de subventions sont en moyenne 13% plus élevées que les dépenses des non destinataires.

Le tableau d'ensemble se lit encore plus facilement lorsqu'on compare les non bénéficiaires de chaque catégorie de traitement (première colonne, Tableau 7\*). Il semble que, tandis que bénéficiaires d'aides de petites ou moyennes tailles sont surclassées en termes de dépenses de R&D par les firmes non traitées, celles qui bénéficient de grandes subventions réussissent mieux à accroître leur R&D que les non bénéficiaires. Cela souligne à nouveau la pertinence du fractionnement des aides en trois catégories pour l'évaluation des traitements.

FIGURE 17 – Résultats sur l'appariement par score de propension

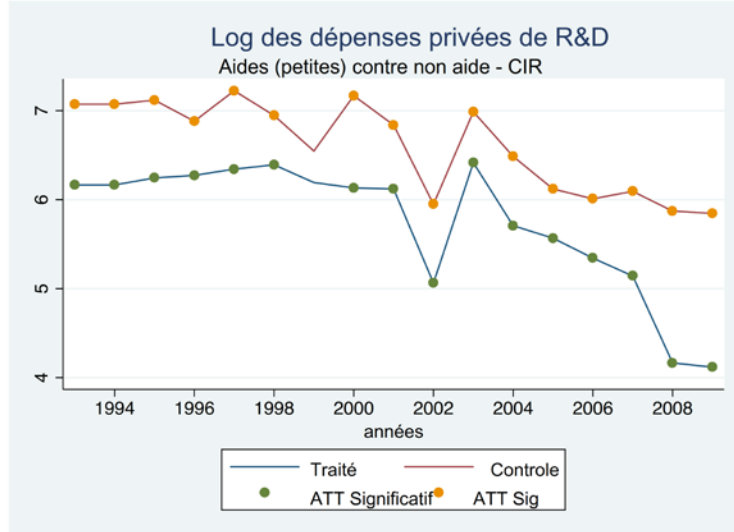


FIGURE 20 – Résultats sur l'appariement par score de propension

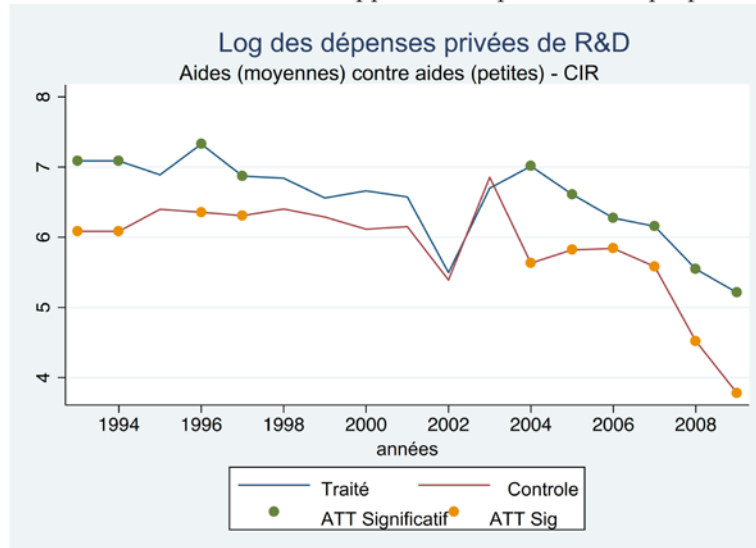
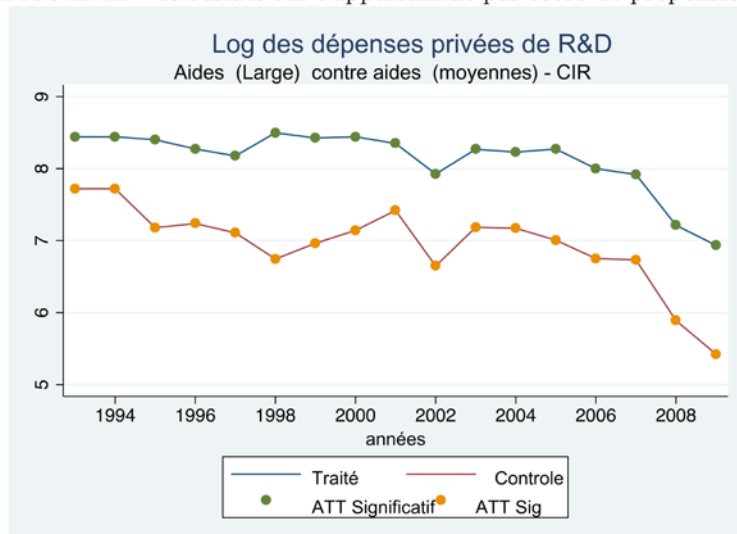


FIGURE 22 – Résultats sur l'appariement par score de propension



Cependant, il est important de souligner que la définition des entreprises non traitées s'appuie sur des données partiellement imputées pour les subventions de R&D (les valeurs manquantes sont remplacées par des zéros) et pour les CIR non positifs (des entreprises qui auraient reporté du crédit d'impôt sur l'année suivante ou qui n'auraient pas encore intégré des crédits des années antérieures). Fait intéressant, l'additionnalité sur les *inputs* se retrouve systématiquement lors de la comparaison entre les entreprises les plus et les moins traitées. De fait, il ressort des estimations que les bénéficiaires d'aides moyennes surpassent les firmes aux petites aides, et que les bénéficiaires d'aides importantes font beaucoup mieux que celles bénéficiant de petites ou moyennes aides. Plus précisément, les bénéficiaires d'un grand crédit d'impôt R&D (subvention de R&D) dépensent en moyenne environ 2.03 et 1.38 (1.25 et 0.91) fois plus que les entreprises bénéficiant d'un CIR (subventions) de petite ou moyenne importances respectivement. Ces résultats sont aussi en phase avec ceux obtenus pour les ATT induits par les aides totales à la R&D (Subvention + CIR).

Afin de comparer les estimations de traitements moyens au fil du temps, nous présentons un certain nombre de graphiques qui reproduisent, année par année, ce qui vient d'être discuté dans le Tableau 7 (fait pour la période de l'échantillon complet). Ainsi, les effets des subventions de R&D sont illustrés dans les figures 9 à 15, celles qui ont trait au CIR dans les figures 16, 17\*, 18-19, 20\*, 21 et 22\*, et les ATT associés au soutien total à la R&D sont présentés dans les figures 23 à 29. Dans ces graphiques, nous traçons le niveau en log des dépenses privées en R&D de telle manière que les différences verticales représentent les effets du traitement (ATT). La présence de points signifie que le ATT calculé pour une année donnée est statistiquement significatif au seuil de 5%. L'utilisation de tels graphes rend plus facile la comparaison des ATT au cours du temps et permet d'apprécier les changements ( $\Delta$ ATT, soit la différence première dans les ATT) induits par des discontinuités dans l'application des deux outils de politique de R&D. Toutefois, si l'affectation annuelle des scores de propension améliore la pertinence des appariements effectués, cette méthode plus exigeante va réduire le nombre d'entreprises appariées et ainsi accroître les écarts-types estimés.

Dans l'ensemble, les trois séries de graphiques sont bien résumées dans le Tableau 7\* : l'additionnalité sur les *inputs* se retrouve souvent dans les comparaisons entre firmes les plus et les moins traitées, alors qu'en moyenne les bénéficiaires ne surpassent pas les non bénéficiaires. Il s'avère que les dépenses privées de R&D diminuent dans les dernières années pour les non traités et pour toutes les catégories de bénéficiaires probablement en raison des fluctuations négatives et importantes de la conjoncture économique.

FIGURE 41 – Résultats sur l'appariement exact

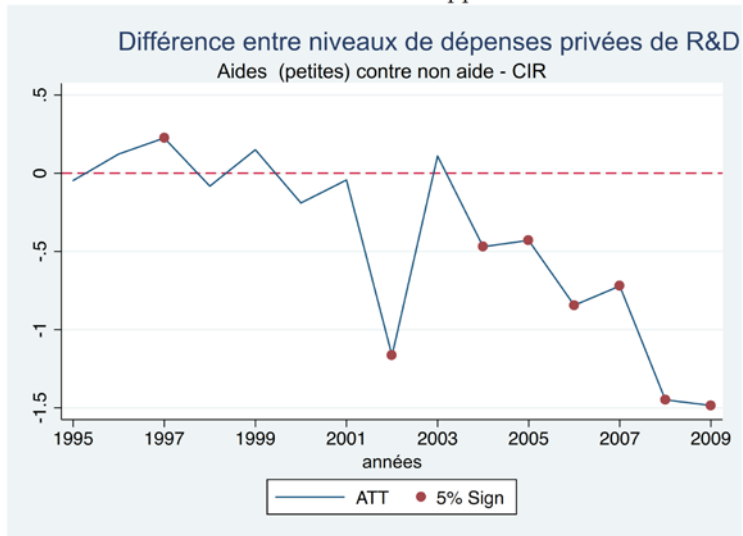


FIGURE 44 – Résultats sur l'appariement exact

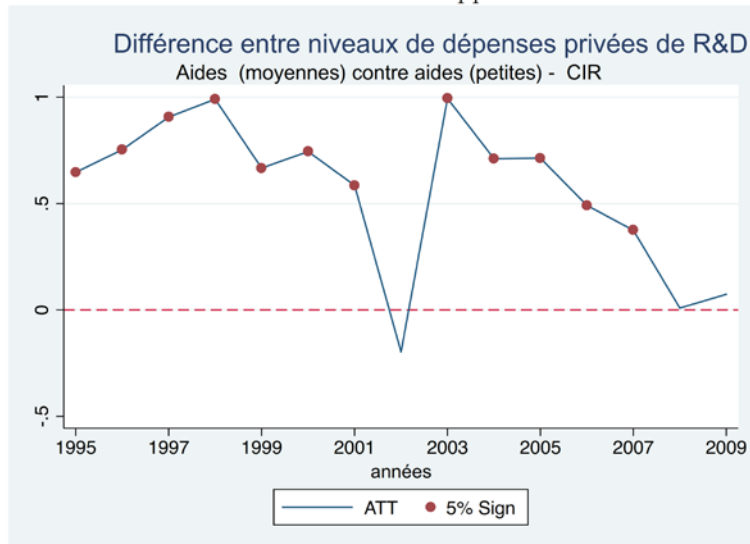
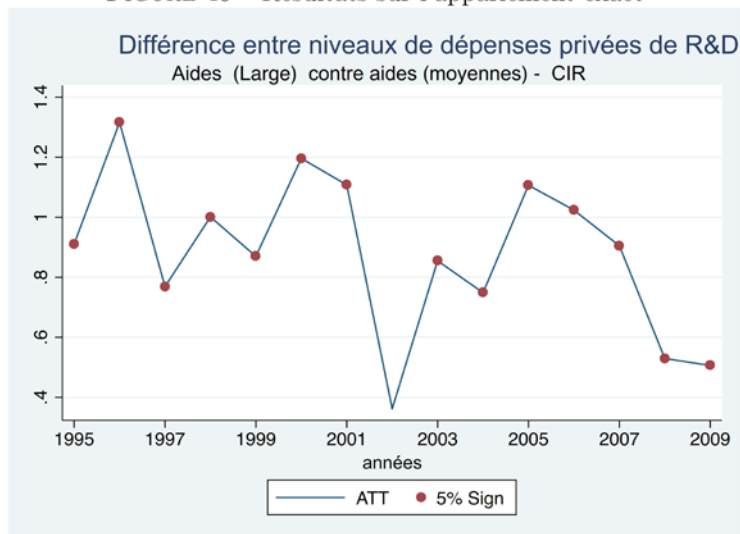


FIGURE 46 – Résultats sur l'appariement exact



Sauf pour les comparaisons avec les non bénéficiaires, nous trouvons plus fréquemment des ATT positifs et significatifs avant la réforme des subventions de fin 2004, tandis que le CIR semble produire des effets plus importants sur la période postérieure à sa réforme de 2004 (voir Figures 20, 21 et 22\*) : (i) la différence première sur l'ATT en 2004 ( $ATT_{\text{Traitement A}} - ATT_{\text{Traitement B}}$ , avec A moyen et B petit par exemple) est de 1.54, 1.83 et environ 0.13 pour une comparaison respectivement entre un CIR moyen contre petit, grand contre petit et grand contre moyen (ii) la différence première sur l'ATT en 2008 est 0.45, 0.29 et 0.14 pour une comparaison respectivement entre un CIR moyen contre petit, grand contre petit et grand contre moyen.

### *Encadré 2: Elasticité et additionnalité*

L'utilisation de logarithmes nous amène à considérer l'impact des aides en termes d'élasticité :

$$\varepsilon = \frac{d\text{Log}(\text{Montant R\&D privée})}{d\text{Log}(\text{Montant de l'aide})} = \frac{\Delta\text{Montant R\&D privée}}{\Delta\text{Montant de l'aide}} \times \frac{\text{Montant de l'aide}}{\text{Montant R\&D privée}}$$

Nous avons vu dans l'encadré 1 que la mesure du rendement de l'aide (BFTB) peut s'exprimer comme l'unité plus le rapport entre l'effort additionnel de R&D privée et le montant de l'aide accordée (le ratio de gauche dans le produit ci-dessus). Or, dans notre analyse de dose, seules les entreprises faisant de la R&D sont considérées et  $\frac{\text{Montant de l'aide}}{\text{Montant R\&D privée}} \geq 0$ . Le signe de l'élasticité peut donc s'interpréter directement en termes d'effet d'addition ou de substitution :

- si  $\varepsilon \geq 0$ , on a un effet d'addition quand le rendement de l'aide additionnelle est positif ( $\frac{\Delta\text{Montant R\&D privée}}{\Delta\text{Montant de l'aide}} \geq 0$  et donc  $BFTB \geq 1$ ) ;
- si  $\varepsilon < 0$ , on a un effet de substitution car le rendement de l'aide additionnelle est négatif (car  $\frac{\Delta\text{Montant R\&D privée}}{\Delta\text{Montant de l'aide}} < 0$  et donc  $BFTB < 1$ ).

Sur un graphique dose-réponse en Log-Log, on aura additionnalité dans le cas où la courbe dose-réponse a une pente positive ou nulle (élasticité positive ou nulle), un effet de substitution dans le cas où la courbe dose-réponse a une pente négative (élasticité négative).

L'analyse de l'élasticité renseigne donc sur l'effort de R&D de l'entreprise induit par un effort d'aide publique supplémentaire (+1%). Elle ne permet pas toutefois de calculer la valeur du BFTB : dans le cas où un effet d'addition (de substitution) est identifié, on ne sait pas de combien d'euro augmente (baisse) la dépense de R&D de l'entreprise pour un euro d'aide supplémentaire.

Une partie de notre analyse a été consacrée au comportement des entreprises nouvellement bénéficiaires des aides. Pour cette évaluation, nous n'avons cependant pas pu effectuer de comparaisons entre firmes selon leur traitement en raison du nombre relativement faible de nouveaux bénéficiaires par an. En conséquence, nous n'avons pas pu mesurer d'impact concernant ces nouveaux entrants (voir Figures 30, 31 et 32).

Nous ré-exécutons toutes les comparaisons déjà menées dans l'analyse par catégories de traitement en adoptant une méthode d'appariement exact (et non plus par le score de propension). La principale différence entre ces deux méthodes est que dans la seconde nous déterminons une correspondance exacte sur un certain nombre de variables : taille, secteur, recours passé aux aides (CIR, subvention de R&D, subvention d'exploitation), exportation, et appartenance à une entreprise étrangère. Les Figures 33 à 39 rendent compte des effets des subventions, les Figures 40, 41\*, 42, 43, 44\*, 45 et 46\* ceux du CIR, et les Figures 47 à 53 ceux des aides totales à la R&D. Si, en théorie, les estimations découlant de l'analyse par appariement exact peuvent être meilleures que celles issues de l'appariement par le score de propension, elles sont souvent plus imprécises en raison de la diminution du nombre d'entreprises similaires et de plus grands écarts-types. Dans le cas présent, les résultats par appariement exact corroborent les conclusions issues de la méthode du score.

### **5.3 Appariement sur traitement continu (dose-réponse)**

Pour obtenir plus d'informations et déterminer des politiques de R&D pertinentes, il est opportun de compléter les résultats de l'évaluation inter-tercile (i.e. l'évaluation par catégories de traitement) avec ceux issus de comparaisons intra-tercile (à savoir l'évaluation des traitements continus). Comme mentionné dans la section méthodologique, dans les évaluations par appariement de traitements continus, la distribution de la variable de traitement est approchée par une fonction de densité de forme normale. Cela rend possible la comparaison des réponses induites par de petites augmentations de dose de traitement. Cela implique aussi que les non-bénéficiaires ne soient pas inclus dans cette évaluation parce que leur dose de traitement est nulle.

Tous les graphiques se rapportant aux méthodes de traitement continu retracent la fonction dose-réponse dans un plan dans lequel la variable de résultat (réponse en Log de la dépense de R&D privée) est sur l'axe des ordonnées et le traitement (dose en Log du montant de l'aide) sur l'axe des abscisses. Ainsi, la pente de la fonction dose-réponse indique directement l'impact de l'aide marginale: une pente positive ou nulle indique un effet d'addition, une pente négative indique un effet de substitution (Encadré 2).

Pour chaque variable de traitement, à savoir le CIR, les subventions et le total des deux, nous proposons trois graphiques retraçant la relation dose-réponse pendant les périodes 1998-2009, 1998-2003 et 2004-2009.



FIGURE 54 – Résultats pour la Dose-Réponse

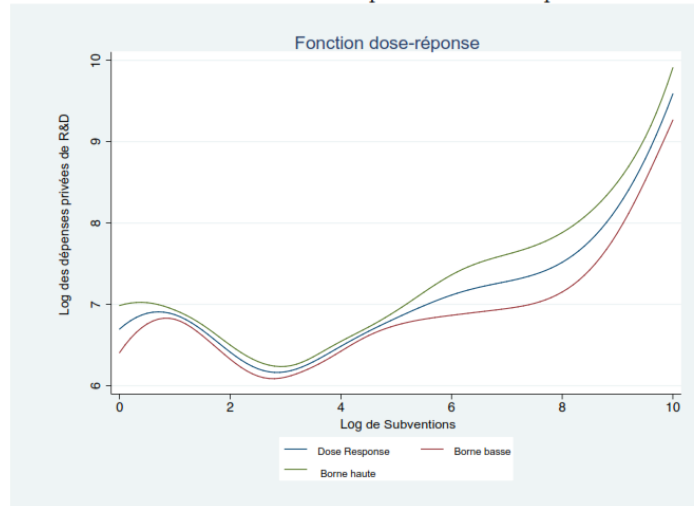


FIGURE 55 – Résultats pour la Dose-Réponse

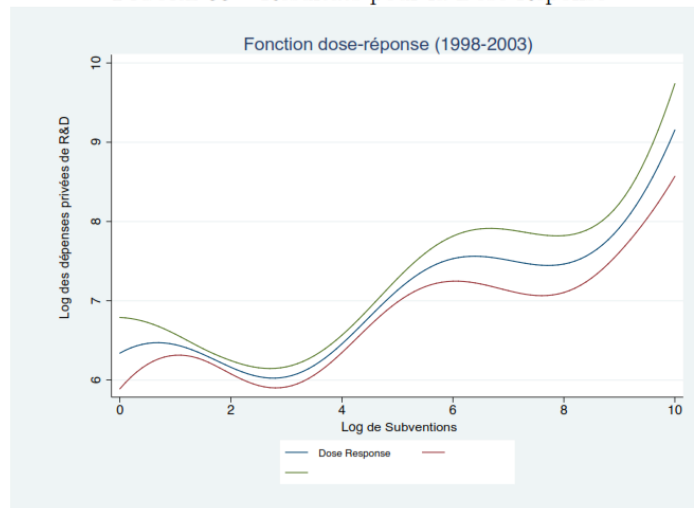
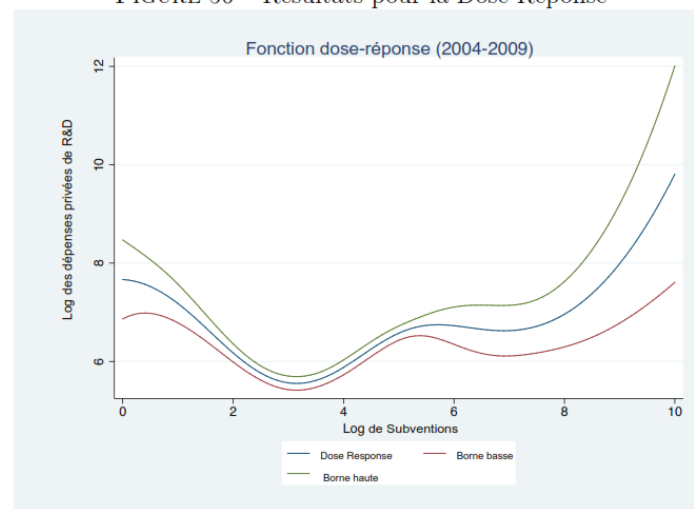


FIGURE 56 – Résultats pour la Dose-Réponse



**Table 7: Analyse Dose-Réponse pour les subventions, période 1998-2009 (figures 54, 55 et 56)**

Dose in Log (Level/1000 Euro)	Dose in Level (Euro)	Dose increase in Euro (1% of the dose level)	Effects(% Change in Private R&D Expenditure)		
			1998-2009	1998-2003	2004-2009
0	1 000	10	0.6%	0.4%	-0.1%
0.1	1 105	11	0.5%	0.3%	-0.2%
0.2	1 221	12	0.4%	0.3%	-0.3%
0.3	1 350	14	0.3%	0.2%	-0.3%
0.4	1 492	15	0.3%	0.2%	-0.4%
0.5	1 649	17	0.2%	0.1%	-0.5%
0.6	1 822	18	0.1%	0.0%	-0.6%
0.7	2 014	20	0.0%	0.0%	-0.7%
0.8	2 226	22	-0.1%	-0.1%	<b>-0.7%</b>
0.9	2 460	25	-0.2%	-0.1%	<b>-0.8%</b>
1	2 718	27	-0.2%	-0.2%	<b>-0.9%</b>
1.1	3 004	30	<b>-0.3%</b>	-0.2%	<b>-0.9%</b>
1.2	3 320	33	<b>-0.4%</b>	-0.2%	<b>-1.0%</b>
1.3	3 669	37	<b>-0.4%</b>	-0.3%	<b>-1.0%</b>
1.4	4 055	41	<b>-0.5%</b>	-0.3%	<b>-1.0%</b>
1.5	4 482	45	<b>-0.5%</b>	<b>-0.3%</b>	<b>-1.1%</b>
1.6	4 953	50	<b>-0.5%</b>	<b>-0.3%</b>	<b>-1.1%</b>
1.7	5 474	55	<b>-0.6%</b>	<b>-0.3%</b>	<b>-1.1%</b>
1.8	6 050	61	<b>-0.6%</b>	<b>-0.3%</b>	<b>-1.0%</b>
1.9	6 686	67	<b>-0.5%</b>	<b>-0.3%</b>	<b>-1.0%</b>
2	7 389	74	<b>-0.5%</b>	<b>-0.3%</b>	<b>-1.0%</b>
2.1	8 166	82	<b>-0.5%</b>	<b>-0.3%</b>	<b>-0.9%</b>
2.2	9 025	90	<b>-0.4%</b>	<b>-0.3%</b>	<b>-0.9%</b>
2.3	9 974	100	<b>-0.4%</b>	<b>-0.2%</b>	<b>-0.8%</b>
2.4	11 023	110	<b>-0.3%</b>	<b>-0.2%</b>	<b>-0.7%</b>
2.5	12 182	122	<b>-0.3%</b>	<b>-0.1%</b>	<b>-0.6%</b>
2.6	13 464	135	<b>-0.2%</b>	<b>-0.1%</b>	<b>-0.5%</b>
2.7	14 880	149	<b>-0.1%</b>	0.0%	<b>-0.5%</b>
2.8	16 445	164	0.0%	0.0%	<b>-0.4%</b>
2.9	18 174	182	0.0%	<b>0.1%</b>	<b>-0.3%</b>
3	20 086	201	0.1%	<b>0.1%</b>	-0.2%
3.1	22 198	222	<b>0.2%</b>	<b>0.2%</b>	-0.1%
3.2	24 533	245	<b>0.2%</b>	<b>0.3%</b>	0.1%
3.3	27 113	271	<b>0.3%</b>	<b>0.3%</b>	0.2%
3.4	29 964	300	<b>0.3%</b>	<b>0.4%</b>	<b>0.3%</b>
3.5	33 115	331	<b>0.4%</b>	<b>0.4%</b>	<b>0.3%</b>
3.6	36 598	366	<b>0.4%</b>	<b>0.5%</b>	<b>0.4%</b>
3.7	40 447	405	<b>0.4%</b>	<b>0.5%</b>	<b>0.5%</b>
3.8	44 701	447	<b>0.4%</b>	<b>0.6%</b>	<b>0.6%</b>
3.9	49 402	494	<b>0.4%</b>	<b>0.6%</b>	<b>0.6%</b>
4	54 598	546	<b>0.4%</b>	<b>0.6%</b>	<b>0.7%</b>
4.1	60 340	603	<b>0.4%</b>	<b>0.7%</b>	<b>0.7%</b>
4.2	66 686	667	<b>0.4%</b>	<b>0.7%</b>	<b>0.8%</b>
4.3	73 700	737	<b>0.4%</b>	<b>0.7%</b>	<b>0.8%</b>
4.4	81 451	815	<b>0.4%</b>	<b>0.7%</b>	<b>0.8%</b>
4.5	90 017	900	<b>0.3%</b>	<b>0.7%</b>	<b>0.8%</b>
4.6	99 484	995	<b>0.3%</b>	<b>0.7%</b>	<b>0.7%</b>
4.7	109 947	1 100	<b>0.3%</b>	<b>0.7%</b>	<b>0.7%</b>
4.8	121 510	1 215	<b>0.3%</b>	<b>0.7%</b>	<b>0.6%</b>
4.9	134 290	1 343	<b>0.3%</b>	<b>0.6%</b>	<b>0.6%</b>
5	148 413	1 484	<b>0.3%</b>	<b>0.6%</b>	<b>0.5%</b>
5.1	164 022	1 640	<b>0.3%</b>	<b>0.6%</b>	<b>0.4%</b>
5.2	181 272	1 813	0.3%	<b>0.5%</b>	0.4%
5.3	200 337	2 003	0.3%	<b>0.5%</b>	0.3%
5.4	221 406	2 214	0.3%	<b>0.5%</b>	0.2%
5.5	244 692	2 447	0.3%	<b>0.4%</b>	0.1%
5.6	270 426	2 704	0.3%	<b>0.4%</b>	0.1%
5.7	298 867	2 989	0.3%	<b>0.3%</b>	0.0%
5.8	330 300	3 303	0.3%	0.3%	-0.1%
5.9	365 037	3 650	0.2%	0.2%	-0.1%
6	403 429	4 034	0.2%	0.2%	-0.1%
6.1	445 858	4 459	0.2%	0.1%	-0.1%
6.2	492 749	4 928	0.2%	0.1%	-0.2%
6.3	544 572	5 446	0.2%	0.0%	-0.2%
6.4	601 845	6 019	<b>0.2%</b>	0.0%	-0.2%
6.5	665 142	6 651	0.2%	0.0%	-0.1%
6.6	735 095	7 351	<b>0.2%</b>	-0.1%	-0.1%
6.7	812 406	8 124	0.1%	-0.1%	-0.1%
6.8	897 847	8 979	0.1%	-0.1%	0.0%
6.9	992 275	9 923	0.1%	-0.1%	0.0%
7	1 096 633	10 966	0.1%	-0.1%	0.1%

En gras, les rendements significativement différents de 0, à 10% (\*), à 5% (\*\*), à 1% (\*\*\*)

Lecture : Pour une firme touchant 150 000 euros annuel de subvention entre 2004-2009, 1% supplémentaire de subvention (soit 1500 euros de subvention de plus) entraîne en une dépense additionnelle de R&D privée de 0,5%.

Cela va nous permettre de saisir les variations possibles dans les effets des traitements associés aux réformes des politiques introduites ces dernières années. Pour faciliter les comparaisons intra-aides et inter-aides nous fournissons aussi les doses administrées ainsi que les effets obtenus par une dose supplémentaire à hauteur de 1% de la dose administrée. Les tableaux joints pour les subventions et le CIR permettent de mieux comprendre les graphiques 54-56 et 57-59 et de spécifier la significativité des rendements calculés : nombre de coefficients sont positifs ou négatifs mais ne sont pas significativement différents 0 au seuil de 10%. Les significativités permettent de mieux cerner les évolutions des rendements d'une aide supplémentaire et ainsi de circonscrire l'additionnalité.

La Figure 54\* retrace l'impact des subventions sur la période 1998-2009. Il y a effet d'addition pour des doses de subventions inférieures à environ 2 000 euros (soit 0,7 en log défini comme le log du montant divisé par 1000) et supérieures à environ 20 100 euros (soit un peu plus de 3,0 en log). Ainsi, les effets des substitutions apparaissent seulement pour les montants situés dans le premier tercile. Toutefois, comme le montre la Table 7, l'impact des subventions de moins de 2000 euros n'est pas significativement différente de 0. De même, il existe un effet de substitution pour des montants de subvention allant de 3 000 à 15 000 euros. Comme le souligne la comparaison entre les Figure 56\* et Figure 55\*, la zone de substitution persiste après 2004. L'analyse plus précise de l'importance et de la significativité des effets de substitution (Table 7) suggère même que les effets de substitution s'échelonnent désormais entre 2 200 et 20 000 euros contre 5 000 et 15 000 auparavant (Figure 55\*)

La fonction dose-réponse du CIR (Figure 57\*) retraçant la période 1998-2009 indique un effet positif du traitement sauf pour des doses de CIR comprises entre 6 700 euros (1,9 en log) et 22 000 euros (3,1 en log). La pente est supérieure à 1% seulement pour CIR inférieurs à 2 500 euros (0,9 en log) ou supérieurs à un demi-million d'euros (6,25 en log). Des effets de substitution apparaissent, avec une pente négative, entre 6 700 et 22 000 euros, mais ils ne sont pas significativement différents de zéro (Table 8). Sur l'ensemble de la période, on observe donc bien une absence d'effet de substitution pour le CIR. Avant 2004, l'effet d'addition existe pour des CIR inférieurs à 3 000 euros et supérieurs à 30 000 euros. Entre 40 000 euros et 700 000 euros de CIR, l'additionnalité fluctue aux alentours de 0,7% puis augmente au-delà. L'additionnalité est toutefois la plus importante pour les CIR inférieurs à 2 000 euros (taux de 2% et plus). Comme le montre la Figure 58\*, un plateau de pente légèrement négative mais significative (ne dépassant pas 0,6%, Tableau 8) est trouvé pour des doses de CIR entre 6 700 et 18 000 euros (1,9 et 2,9 en log) suggérant une substitution pour ces montants.

Entre 2004 et 2009 (Figure 59\*) la réponse au CIR conserve la forme en S inversé avec des effets d'addition pour les petits montants et les montants élevés de CIR. On retrouve un plateau mais la pente devient légèrement positive (+0,2%), avec donc une disparition des légers effets de substitution constatés lors de la période précédente.

FIGURE 57 – Résultats pour la Dose-Réponse

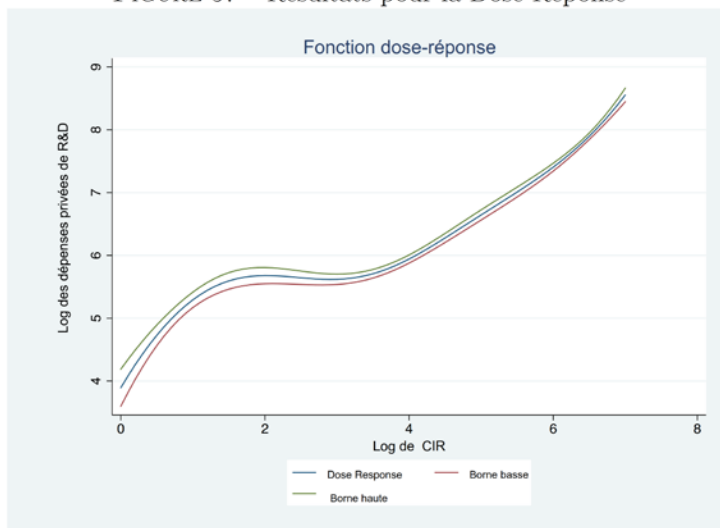


FIGURE 58 – Résultats pour la Dose-Réponse

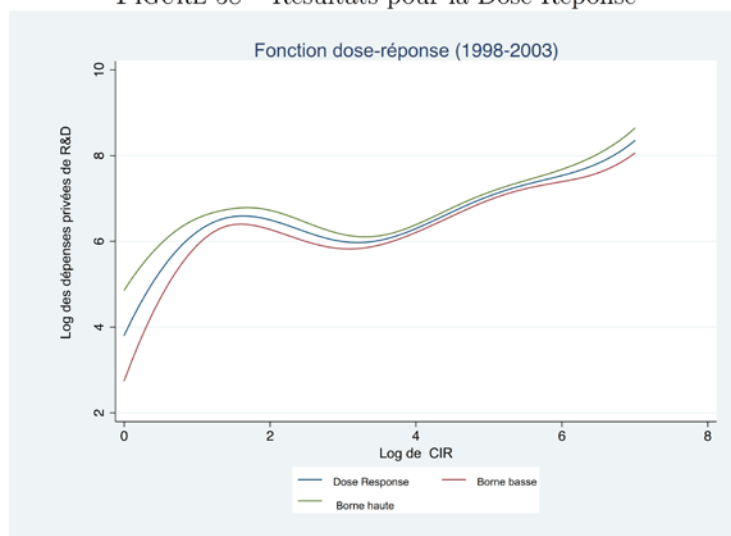
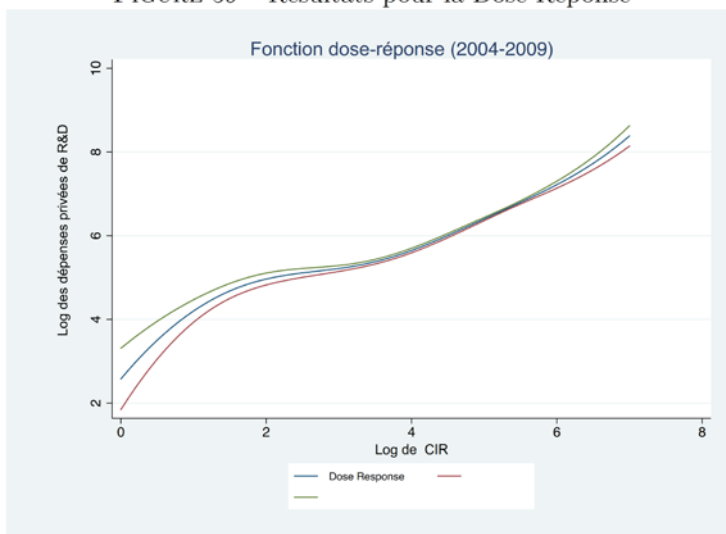


FIGURE 59 – Résultats pour la Dose-Réponse



**Tableau 8 : Analyse Dose-Réponse pour le CIR, par périodes (figures 57, 58 et 59)**

Dose in Log (Level/1000 Euro)	Dose in Level (Euro)	Dose increase in Euro (1% of the dose level)	Effects(% Change in Private R&D Expenditure)		
			1998-2009	1998-2003	2004-2009
0	1 000	10	1.9% ***	3.6% ***	2.1% ***
0.1	1 105	11	1.8% ***	3.4% ***	2.0% ***
0.2	1 221	12	1.7% ***	3.1% ***	1.9% ***
0.3	1 350	14	1.6% ***	2.9% ***	1.8% ***
0.4	1 492	15	1.5% ***	2.6% ***	1.7% ***
0.5	1 649	17	1.4% ***	2.4% ***	1.6% ***
0.6	1 822	18	1.3% ***	2.2% ***	1.5% ***
0.7	2 014	20	1.2% ***	1.9% ***	1.4% ***
0.8	2 226	22	1.1% ***	1.7% ***	1.4% ***
0.9	2 460	25	1.0% ***	1.5% ***	1.3% ***
1	2 718	27	0.9% ***	1.2% **	1.2% ***
1.1	3 004	30	0.8% ***	1.0%	1.1% ***
1.2	3 320	33	0.6% ***	0.8%	1.0% ***
1.3	3 669	37	0.5% ***	0.6%	0.9% ***
1.4	4 055	41	0.5% ***	0.4%	0.8% ***
1.5	4 482	45	0.4% ***	0.2%	0.8% ***
1.6	4 953	50	0.3% ***	0.0%	0.7% ***
1.7	5 474	55	0.2% ***	-0.1%	0.6% ***
1.8	6 050	61	0.1% ***	-0.2%	0.5% ***
1.9	6 686	67	0.1%	-0.4% **	0.5% ***
2	7 389	74	0.0%	-0.5% ***	0.4% ***
2.1	8 166	82	0.0%	-0.5% ***	0.4% ***
2.2	9 025	90	-0.1%	-0.6% ***	0.3% ***
2.3	9 974	100	-0.1%	-0.6% ***	0.3% ***
2.4	11 023	110	-0.1%	-0.6% ***	0.2% ***
2.5	12 182	122	-0.1%	-0.6% ***	0.2% **
2.6	13 464	135	-0.1%	-0.6% ***	0.2% **
2.7	14 880	149	-0.1%	-0.5% ***	0.2% **
2.8	16 445	164	0.0%	-0.4% ***	0.2% **
2.9	18 174	182	0.0%	-0.3% **	0.2% ***
3	20 086	201	0.0%	-0.2%	0.2% ***
3.1	22 198	222	0.1%	-0.1%	0.3% ***
3.2	24 533	245	0.2% ***	0.0%	0.3% ***
3.3	27 113	271	0.2% ***	0.1%	0.3% ***
3.4	29 964	300	0.3% ***	0.2%	0.4% ***
3.5	33 115	331	0.3% ***	0.3%	0.4% ***
3.6	36 598	366	0.4% ***	0.4%	0.5% ***
3.7	40 447	405	0.5% ***	0.5%	0.5% ***
3.8	44 701	447	0.5% ***	0.6%	0.6% ***
3.9	49 402	494	0.6% ***	0.7%	0.6% ***
4	54 598	546	0.6% ***	0.7%	0.6% ***
4.1	60 340	603	0.6% ***	0.8%	0.7% ***
4.2	66 686	667	0.7% ***	0.8%	0.7% ***
4.3	73 700	737	0.7% ***	0.8%	0.7% ***
4.4	81 451	815	0.7% ***	0.8%	0.8% ***
4.5	90 017	900	0.7% ***	0.8%	0.8% ***
4.6	99 484	995	0.7% ***	0.8%	0.8% ***
4.7	109 947	1 100	0.7% ***	0.7%	0.8% ***
4.8	121 510	1 215	0.7% ***	0.7%	0.8% ***
4.9	134 290	1 343	0.7% ***	0.7%	0.8% ***
5	148 413	1 484	0.7% ***	0.6%	0.8% ***
5.1	164 022	1 640	0.7% ***	0.6%	0.8% ***
5.2	181 272	1 813	0.7% ***	0.6%	0.8% ***
5.3	200 337	2 003	0.7% ***	0.5%	0.8% ***
5.4	221 406	2 214	0.7% ***	0.5%	0.8% ***
5.5	244 692	2 447	0.7% ***	0.5%	0.8% ***
5.6	270 426	2 704	0.8% ***	0.4%	0.8% ***
5.7	298 867	2 989	0.8% ***	0.4%	0.8% ***
5.8	330 300	3 303	0.8% ***	0.4%	0.9% ***
5.9	365 037	3 650	0.8% ***	0.4%	0.9% ***
6	403 429	4 034	0.9% ***	0.4%	0.9% ***
6.1	445 858	4 459	0.9% ***	0.5%	1.0% ***
6.2	492 749	4 928	1.0% ***	0.5%	1.0% ***
6.3	544 572	5 446	1.0% ***	0.6%	1.0% ***
6.4	601 845	6 019	1.1% ***	0.7%	1.1% ***
6.5	665 142	6 651	1.1% ***	0.8%	1.2% ***
6.6	735 095	7 351	1.2% ***	0.9%	1.2% ***
6.7	812 406	8 124	1.3% ***	1.0%	1.3% ***
6.8	897 847	8 979	1.4% ***	1.1%	1.4% ***
6.9	992 275	9 923	1.4% ***	1.3%	1.4% ***
7	1 096 633	10 966	1.5% ***	1.4%	1.5% ***

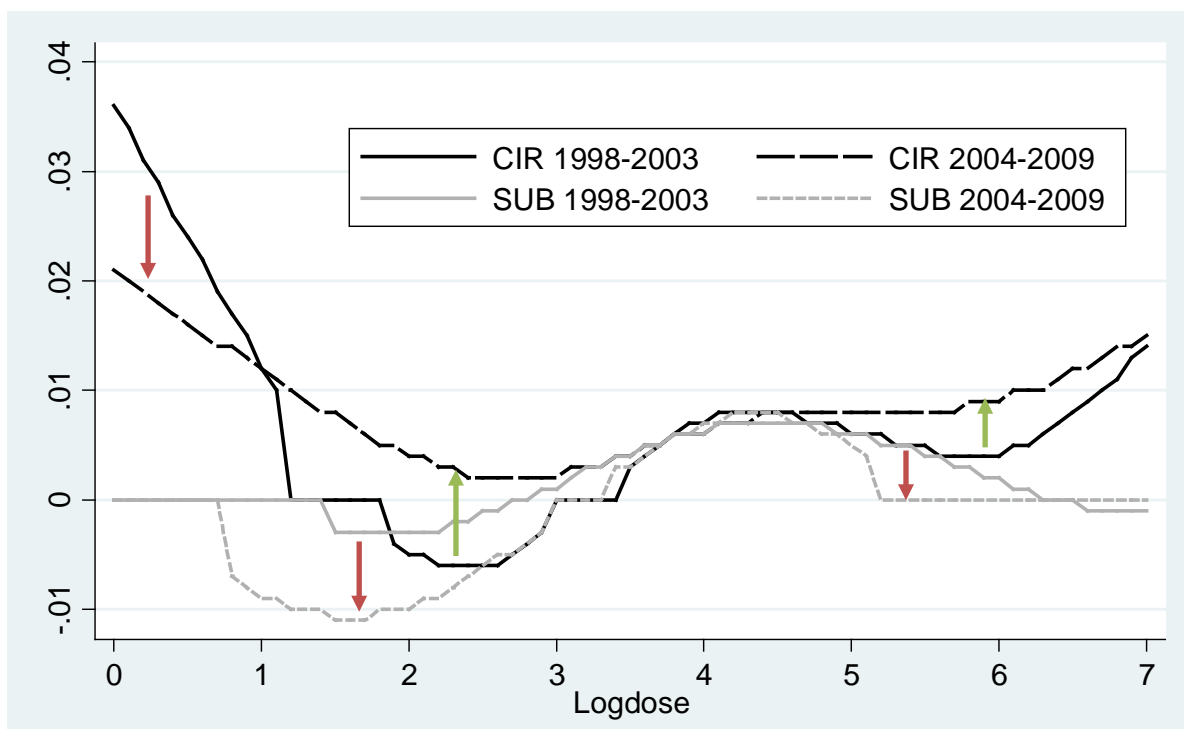
En gras, les rendements significativement différents de 0, à 10% (\*), à 5% (\*\*) à 1% (\*\*\*)

Lecture : Pour une firme touchant 150 000 euros annuel de CIR entre 2004-2009, 1% supplémentaire de CIR (soit 1500 euros de CIR de plus) entraîne une dépense additionnelle de R&D privée de 0,8%.

L'additionnalité constatée dans les montants faibles a tendance à diminuer après 2003 mais reste supérieure à 1% pour les montants de CIR les plus faibles, inférieurs à 3 300 euros. Pour les fortes doses de CIR, l'additionnalité de plus de 1% touche désormais les firmes aidées au-delà de 400 000 euros et non plus au-delà de 800 000 euros (6 et 6,6 en log respectivement).

L'évolution des rendements des différents types d'aides aux deux différentes périodes est synthétisée dans le Graphique ci-dessous : on retrouve l'évolution décrite du rendement d'une dose marginale de subvention selon le montant de la subvention. Les flèches rouges soulignent l'évolution peu favorable du rendement des subventions (en gris) après 2003 par rapport à la période précédente. Le graphique souligne *a contrario* le renforcement de l'impact du CIR (en noir) à partir de 2004 même si cela n'est pas le cas pour les montants inférieurs à log 1,1.

**Graphique de synthèse: Evolution des rendements nets des aides mesurés en élasticité selon les types d'aide.**



Note : Les rendements non significatifs sont considérés comme nuls dans ce graphique

Les effets moyens induits par les aides publiques cumulées (Graphique 60) sont positifs à partir de 16 500 euros. Ce rendement positif est toutefois toujours inférieur à 1%. Des effets de substitution sont cependant observés pour les montants inférieurs à 14 000 euros (2,7 en log). Enfin, aucune différence substantielle n'est enregistrée lorsque l'analyse est menée sur la période 1998-2003 (voir Figure 61), alors que les effets du traitement deviennent non significatifs pour la majorité des doses situées dans le troisième tercile sur la période 2004-2009 (Graphique 62).

Les résultats en termes d'élasticité nous renseignent sur l'efficacité relative des aides. Néanmoins, le rendement d'un euro supplémentaire d'aide est toujours non renseigné. Comme l'explique l'encadré 3, le montant de l'effet d'addition (le BFTB) peut être approximé en pondérant les élasticités trouvées ci-dessus.

### **Encadré 3 : Le calcul du BFTB**

Pour retrouver une interprétation traditionnelle du BFTB mesurant le montant de R&D supplémentaire induit par un euro supplémentaire d'aide, il faut repartir de la définition du BFTB donnée dans l'encadré 1 avec  $BFTB = 1 + \frac{\Delta \text{Montant R\&D privée}}{\Delta \text{Montant de l'aide}}$ . Or, d'après l'encadré 2, on a également  $\frac{\Delta \text{Montant R\&D privée}}{\Delta \text{Montant de l'aide}} = \frac{\text{Montant R\&D privée}}{\text{Montant de l'aide}} \times \varepsilon$ . En remplaçant dans la première équation, on a ainsi :

$$BFTB = 1 + \frac{\text{Montant R\&D privée}}{\text{Montant de l'aide}} \times \varepsilon$$

D'après nos calculs nous avons déjà une évaluation de l'élasticité. Il suffit donc *a priori* de pondérer l'élasticité calculée précédemment par l'inverse du taux d'aide accordé. Deux remarques sur ce produit.

Pour le membre de droite, une élasticité trouvée non significativement différente de 0, détermine une valeur du Bang for the Buck de 1 : pour un euro d'aide supplémentaire accordé, la dépense faite par la firme en R&D est non significativement différente de 1 euro. On a bien alors un effet d'addition de l'aide mais pas d'effet d'entraînement sur les dépenses privées de R&D des entreprises.

Le membre de gauche semble anodin à calculer. Cependant, ce ratio est délicat dans un modèle de dose : on connaît en effet le changement relatif des dépenses de R&D privées des entreprises mais pas leur niveau initial et final. Ce problème est dû au fait qu'une même dose et donc qu'une même dose marginale peut s'appliquer à des firmes qui ont des montants différents de dépenses de R&D. Dès lors, nous devons effectuer une estimation du niveau moyen des dépenses de R&D privée pour les différentes doses d'aide.

On obtient autant de BFTB approximé que de doses (Montant de l'aide) et de configurations d'aide (CIR seul, subvention seule, ou combinaison des deux).

Les rendements associés à chacun des trois cas étudiés sont retracés dans les tableaux 9a, 9b et 9c.

Comme le suggère la faiblesse des élasticités calculées précédemment, le rendement de l'aide marginale des différentes aides reste faible. Sur la période 1998-2003, pour les firmes cumulant aides directes et indirectes à hauteur de 54 600 euros, un euro supplémentaire d'aides entraîne 1,06 euros de R&D supplémentaire (Tableau 9c). L'impact diminue au-delà de 54 600 euros. Les effets de substitution constatés pour des aides plus faibles à hauteur de 2 718 ou 7 389 euros semblent plus importants : sur la période 1998-2009, un euro supplémentaire d'aide occasionne 75 cents et 92 cents de R&D soit un effet de substitution de 25 cents et de 8 cents respectivement. Pour ces montants d'aide, l'effet de substitution diminue toutefois à partir de 2004 (Tableau 9c, colonne de droite en

rouge). Cette amélioration du rendement n'est toutefois pas constatée pour des montants d'aides supérieurs.

**Tableaux 9a, 9b, 9c : Evaluation de l'impact d'un euro marginal d'aide sur la dépense de R&D (BFTB), selon les montants d'aide, les périodes et les dispositifs**

(9a) Subventions seulement			
Pour la dose :	1998-2009	1998-2003	2004-2009
1 000	1,00	1,00	1,00
2 718	1,00	1,00	<b>-0,25</b>
7 389	<b>0,82</b>	<b>0,88</b>	<b>0,84</b>
20 086	1,00	1,00	1,00
54 598	<b>1,03</b>	<b>1,06</b>	<b>1,05</b>
148 413	<b>1,01</b>	<b>1,02</b>	<b>1,01</b>
403 429	1,00	1,00	1,00
1 096 633	1,01	1,00	1,00

(9b) CIR seulement			
Pour la dose :	1998-2009	1998-2003	2004-2009
1 000	<b>2,6</b>	<b>24,24</b>	<b>1,22</b>
2 718	<b>1,54</b>	<b>2,79</b>	<b>1,32</b>
7 389	1,00	<b>0,88</b>	<b>1,05</b>
20 086	1,00	1,00	<b>1,01</b>
54 598	<b>1,03</b>	<b>1,05</b>	<b>1,03</b>
148 413	<b>1,03</b>	<b>1,04</b>	<b>1,03</b>
403 429	<b>1,04</b>	<b>1,03</b>	<b>1,03</b>
1 096 633	<b>1,07</b>	<b>1,08</b>	<b>1,05</b>

(9c) Aides cumulées			
Pour la dose :	1998-2009	1998-2003	2004-2009
1 000	1,00	1,00	1,00
2 718	<b>0,75</b>	<b>0,57</b>	<b>0,88</b>
7 389	<b>0,92</b>	<b>0,89</b>	<b>0,96</b>
20 086	<b>1,02</b>	<b>1,06</b>	<b>1,01</b>
54 598	<b>1,04</b>	<b>1,06</b>	<b>1,03</b>
148 413	<b>1,03</b>	<b>1,03</b>	<b>1,02</b>
403 429	<b>1,02</b>	<b>1,02</b>	<b>1,01</b>
1 096 633	<b>1,01</b>	<b>1,01</b>	<b>1,01</b>

En gras : les élasticités (et donc les BFTB) significativement différents de 0 (de 1.00) au seuil de 10%

Lecture : Pour une firme touchant 150 000 euros annuels de CIR entre 2004-2009, 1 euro supplémentaire de CIR, entraîne une dépense de 1,03 euro de R&D, ou encore 3 centimes d'euro additionnels de R&D privée.

Pour les subventions seules, les mêmes ordres de grandeur sont conservés lorsque le rendement calculé est significativement différent de 0 (Tableau 9a en gras). Pour le CIR, les rendements sont toujours positifs ou nuls à l'exception de l'effet de substitution constaté entre 1998 et 2003 pour un montant de 7 400 euros (88 cents de R&D investis par euro supplémentaire versé).

On retrouve le constat que la réforme du CIR a limité les effets de substitution constatés pour la période précédente. Néanmoins, le rendement de l'euro marginal de CIR reste faible pour des



montants supérieurs à 3 000 euros avec un plafond à 1,05 euro. La montée du rendement de l'euro supplémentaire est bien constatée pour les grosses doses (1 million).

Si nous ne considérons pas les coûts de mise en œuvre des aides, un euro supplémentaire de subvention pour une entreprise touchant 55 000 euros de subvention aura un impact supérieur à un 1 euro de CIR supplémentaire à une entreprise bénéficiant déjà de 55 000 de CIR. Pour tous les autres montants, le rendement d'un euro supplémentaire de CIR domine celui d'un euro additionnel de subvention. La comparaison entre les rendements du CIR et des aides directes suggère dans l'ensemble un rendement du CIR supérieur à celui des subventions.

Enfin, si la réforme amorcée en 2004 corrige les défaillances du CIR pour les montants modérés, elle entraîne une chute mécanique du rendement de l'euro marginal de CIR en raison de la généralisation de l'aide fiscale qui touche désormais beaucoup plus d'entreprises dont les dépenses de R&D sont faibles, qu'elles touchent des subventions ou pas.

## **6. TESTS DE ROBUSTESSE**

Nous effectuons une série d'exercices de sensibilité pour tester la robustesse de nos principales conclusions. Plus précisément, nous estimons à nouveau le score de propension pour les catégories de traitements et le traitement continu pour les entreprises (i) avec plus de 100 employés (Figures 63 à 92), (ii) moins de 100 salariés (Figures 93 à 122), (iii) appartenant seulement aux industries manufacturières (Figures 123 à 152), (iv) aux seuls secteurs des services (Figures 153 à 182), (v) sans les observations correspondant aux sièges fiscaux (Figures 183 à 203), (vi) sans les contrats défenses dans les aides directes à la R&D (Figures 204 à 223). Cependant, les graphiques montrant les fonctions dose-réponse ne peuvent pas être présentés de manière exhaustive en raison de l'absence ponctuelle de conditions suffisantes d'identification.

Dans l'ensemble, nous n'avons pas trouvé de différences substantielles ou des effets particuliers liés à des catégories spécifiques d'entreprises, ce qui signifie que ces tests de robustesse corroborent les principales conclusions dressées dans la section précédente.

## 7. CONCLUSION

Ce rapport examine l'impact du CIR et des subventions à la R&D et sur les dépenses privées de R&D des entreprises au cours de la période 1993-2009. Notre analyse complète les évaluations précédentes de l'efficacité de ces dispositifs de politique publique à partir d'une nouvelle approche. A la différence d'une analyse inter-groupe qui évalue les impacts respectifs de différents dispositifs, une analyse intra-groupe étudie les implications de la modulation de chaque dispositif (CIR ou subvention, ou les deux).

La mise en œuvre d'une méthode d'évaluation de traitement continu (dose) a permis de calculer l'impact pour chaque tercile le long de la répartition de la subvention, du CIR, ou du cumul des deux types d'aide à la R&D. Une comparaison inter-tercile a également été présentée, utilisant le score de propension et la méthode d'appariement exact sur les catégories de traitement. En outre, exploitant les sources de variation exogène émises par les changements de régime des deux dispositifs d'aide à la R&D, l'analyse a pu mesurer les réactions des entreprises et l'évolution de l'impact des aides qui en a résulté.

Chaque type d'aide (CIR, subventions à la R&D et cumul) se traduit par un effet d'addition sur les dépenses de R&D des entreprises qui bénéficient de fortes doses comparées avec celles qui bénéficient de doses plus faibles ou qui ne sont pas aidées. Pour les bénéficiaires de doses faibles ou modérées, on ne mesure en revanche pas d'impact positif.

Le rapport calcule l'additionnalité associée à la fonction dose-réponse estimée pour chaque type de traitement. L'existence d'effets d'addition supérieurs à 0 marque un effet d'entraînement des aides. Cet effet reste faible, avec une dépense de moins de 1,10 euros de R&D induits par euro additionnel d'aide. Des rendements modestes ou de légers effets de substitution peuvent survenir pour des doses médianes d'aide. Enfin, les rendements des subventions à la R&D restent le plus souvent inférieurs à ceux du CIR.

Nos résultats, aussi bien sur l'absence d'effet de substitution que la faiblesse de l'effet d'entraînement, sont cohérents avec les ordres de grandeur trouvés par les précédentes évaluations économétriques sur la France avec ce type d'approche, que ce soit sur le CIR ou les subventions (Duguet, 2004 ; Duguet, 2010 ; Bellégo et Dortet-Bernadet, 2013).

Les réformes mises en œuvre depuis 2004 semblent avoir renforcé l'impact du CIR, notamment grâce à une amélioration de l'impact des doses moyennes et le maintien d'un impact élevé pour les doses faibles ou au contraire élevées. Les réformes des aides engagées depuis 2004 ne semblent en revanche pas avoir amélioré les rendements des subventions à la R&D qui restent en deçà de ceux du CIR.

Ces résultats portent sur le rendement privé des aides à la R&D. L'évaluation d'impact de ce rapport ne prend pas en compte le rendement social des dépenses de R&D supplémentaires des entreprises aidées. Or le rendement social des dépenses de R&D est souvent jugé supérieur à leur rendement privé en raison d'externalités technologiques intra- et interindustrielles. Ainsi même si une entreprise n'investit que 95 centimes par euro d'aide, le rendement social de ces 95 centimes de R&D est tel qu'il va compenser l'effet de substitution de 5 centimes constaté au sein de la firme aidée. La rareté ainsi que l'ampleur limitée des effets de substitution évaluée dans notre étude suggèrent globalement un rendement social positif des aides à la R&D.

La qualité et la quantité de données ont limité les analyses et peuvent être à l'origine de l'absence de résultat ou de biais sur les résultats obtenus. On a en effet une imprécision du statut de non-bénéficiaire dans le cas où des valeurs manquantes existent pour les subventions de R&D ou dans les cas où un montant de CIR nul correspond à une non-prise en compte de CIR positif passé ou à un report d'un CIR positif par l'entreprise. En outre, la généralisation du mécanisme en volume a pu rendre plus difficile l'identification des bénéficiaires du CIR en 2009 notamment. Enfin, compte tenu de la taille de l'échantillon d'entreprises, la dimension groupe n'a pas pu être traitée de manière pertinente. En effet, le nombre d'entreprises indépendantes est faible et l'imbrication des filiales est telle qu'il est difficile d'opérer des distinctions entre le niveau des filiales et le niveau des groupes. Cette dimension a donc donné lieu à un simple test de robustesse consistant à éliminer les têtes de groupe de l'échantillon. La stabilité des résultats obtenus ne lève cependant pas les doutes sur les biais éventuels, notamment concernant les résultats obtenus sur les montants élevés de CIR. Cette dimension groupe est certainement critique pour la poursuite des travaux d'évaluation du CIR. Il faudra pour approfondir cette question disposer de données systématiques, homogènes et fiables sur les groupes fiscaux. De manière symétrique, notre étude, si elle inclut les entreprises de services, ne traite pas spécifiquement les jeunes ou les micro-entreprises. Les résultats sur les petits montants d'aide devraient être confirmés sur des échantillons étendus à ces micro-entreprises.

Par conséquent, si les méthodes retenues fournissent un éclairage nouveau sur l'impact des aides à la R&D, nous sommes prudents sur la fiabilité de nos conclusions tant les contraintes rencontrées sur les données furent nombreuses.

Par ailleurs, le rapport n'est pas complet dans la mesure où, d'une part, il n'explique pas les causes des résultats et, d'autre part, il ne s'intéresse pas à l'ensemble des effets produits par les mécanismes d'aide à la R&D et à l'innovation. Comment en effet expliquer le manque de rendement des aides directes pour des doses intermédiaires par exemple ou leur baisse après 2004 ? On pourrait ici croiser les interprétations et aller chercher dans les différentes évaluations faites des pôles de compétitivité les raisons d'une telle faiblesse ou bien encore rappeler que la mise en œuvre des pôles fut lente et effective à partir de 2006 et non 2004... Toutefois, l'utilisation d'une même méthodologie

d'appariement reste tout à fait possible appliquée plus précisément aux financements reçus via les pôles. Cette caractérisation des changements dans les aides directes peut donc constituer une première voie d'approfondissement du présent rapport.

Par ailleurs, le présent rapport se limite à l'analyse des *inputs* alors que les aides sont à même de modifier la structure même des *inputs* internes de R&D (structure de la R&D, composition du capital humain...), le recours à des *inputs* complémentaires (coopération de R&D, alliance de production ou de distribution), la production d'*outputs* (innovation de produit, de procédé, succès de l'innovation sur le marché), d'*outputs* non technologiques (innovation de marketing, de packaging, de design, organisationnelle, etc.) ou encore les moyens d'appropriation utilisés (brevets, litiges, normalisation...).

## REFERENCES

- [1] Abadie, A., Imbens, G. W., 2002. Simple and Bias-Corrected Matching Estimators for Average Treatment Effects. NBER Technical Working Papers 0283, National Bureau of Economic Research.
- [2] Aerts, K., Czarnitzki, D., 2004. Using Innovation Survey Data to Evaluate R&D Policy: The Case of Belgium. ZEW Discussion Paper No. 04-55, Mannheim.
- [3] Aerts, K., Czarnitzki D., 2006. The Impact of Public R&D-Funding in Flanders. Brussels, Belgium: IWT Study No. 54.
- [4] Aerts, K., Schmidt, T., 2008. Two for the Price of One? On Additionality Effects of R&D Subsidies: A Comparison between Flanders and Germany. *Research Policy* 37(5), 806-822.
- [5] Almus, M., Czarnitzki, D., 2003. The Effects of Public R&D Subsidies on Firms' Innovation Activities: The Case of Eastern Germany. *Journal of Business and Economic Statistics* 21(2), 226–236.
- [6] Arrow, K., 1962. Economic welfare and the allocation of resources for invention. In: *The Rate and Direction of Inventive Activity*. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- [7] Baghana, R., Mohnen, P., 2009. Effectiveness of R&D tax incentives in small and large enterprises in Québec. *Small Business Economics*, Springer, vol. 33(1), pages 91-107, June.
- [8] Bérubé, C., Mohnen, P., 2009. Are firms that receive R&D subsidies more innovative? *Canadian Journal of Economics*, Canadian Economics Association, vol. 42(1), pages 206-225.
- [9] Bia, M, Mattei, A., 2008. A STATA Package for the Estimation of the Dose-Response Function through Adjustment for the Generalized Propensity Score, *The Stata Journal* 8(3), 354-373.
- [10] Bloom, N., Chennells, L., Griffith, R., Van Reenen, J., 2000. In: Lawton-Smith, *The Economics of Regulation of High Technology Industries*. Oxford Univ. Press, Oxford.
- [11] Busom, I., 2000. An empirical evaluation of the effects of R&D subsidies. *Economics of Innovation and New Technology*, 9 (2), 111–148.
- [12] Caiumi A., 2010. The evaluation of the effectiveness of tax expenditures: A novel approach. Institute for Studies and Economic Analysis (ISAE), Rome, working paper n. 126
- [13] Cappelen, A., Fjærli, E., Foyn, F., Hægeland, T., Møen, J., Raknerud, A, Rybalka, M., 2010. Evaluation of the Norwegian R&D tax credit scheme. Discussion Papers No. 640, Statistics Norway. 20
- [14] Chang, A.C., 2012. Tax Policy Endogeneity: Evidence from R&D Tax Credits. Working paper, University of California.
- [15] Czarnitzki, D., Fier, A., 2001. Do R&D Subsidies Matter? Evidence for the German Service Sector. ZEW Discussion Paper No. 01-19, Mannheim.
- [16] Bellégo C., Dortet-Bernadet V., 2013. La participation aux pôles de compétitivité : quelle incidence sur les dépenses de R&D et l'activité des PME et ETI ?, Direction des Études et Synthèses Économiques, Document de travail INSEE, G 2013 / 06.
- [17] Duguet, E., 2004. Are R&D Subsidies a Substitute or a Complement to Privately Funded R&D? An Econometric Analysis at the Firm Level. *Revue d'Economie Politique*, 114(2), 245-274.
- [18] Duguet, E., 2010. The Effect of the R&D Tax Credit on the Private Funding of R&D: An Econometric Evaluation on French Firm Level Data (April 20, 2010). Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1592988> or <http://dx>
- [19] González, X., Jaumandreu, J., Pazó C., 2005. Barriers to innovation and subsidy effectiveness. *The Rand Journal of Economics* 36 (4), 930–950.
- [20] González, X., Pazó, C., 2008. Do public subsidies stimulate private R&D spending? *Research Policy* 37(3), 371–389.
- [21] Görg, H., Strobl, E., 2007. Money for Nothing? Do R&D Subsidies Add to or Crowd Out Private R&D? *Economica* 74(294), 215-243.

- [22] Heijts, J., Herrera, L., 2004. The distribution of R&D subsidies and its effect on the final outcome of innovation policy. Working paper Instituto de Analisis Industrial y Financiero 46, Madrid.
- [23] Hirano, K., Imbens, G., 2004. The propensity score with continuous treatments. *Applied Bayesian Modeling and Causal Inference from Incomplete- Data Perspectives*, 73-84 (A. Gelman & X.L. Meng, Eds.). New York: Wiley.
- [24] Hussinger, K., 2008. R&D and Subsidies at the Firm Level: An Application of Parametric and Semi-Parametric Two-Step Selection Models. *Journal of Applied Econometrics* 23(6), 729-747.
- [25] Hægeland, T., Møen, J., 2007. Input additionality in the Norwegian R&D tax credit scheme. Reports 2007/47, Statistics Norway.
- [26] Imbens, G., 2000. The Role of the Propensity Score in Estimating Dose-Response Functions. *Biometrika* 87(3): 706-710.
- [27] Imbens, G.W., Wooldridge, J.M., 2009. Recent Developments in the Econometrics of Program Evaluation. *Journal of Economic Literature* 47(1), 5-86.
- [28] Kaiser, U., 2004. Private R&D and public subsidies: microeconomic evidence from Denmark. *Danish Journal of Economics* 144 (1), 1–17. 21
- [29] Kasahara, H., Shimotsu, K., Suzuki, M., 2012. Does an R&D Tax Credit Affect R&D Expenditure? The Japanese Tax Credit Reform in 2003. Research Paper.
- [30] Kobayashi, Y., 2011. Effect of R&D Tax Credits for Small and Medium-sized Enterprises in Japan: Evidence from firm-level data. Discussion papers 11066, Research Institute of Economy, Trade and Industry.
- [31] Lach, S., 2002. Do R&D subsidies stimulate or displace private R&D? Evidence from Israel. *Journal of Industrial Economics* 50(4), 369–390.
- [32] Lhuillery, S., 1996. Problems involved in designing and implementing R&D tax incentive schemes, in *Fiscal Measures to Promote R&D and Innovation*, in “Fiscal Measures to Promote R&D and Innovation”, Paris: OECD, 1996,
- [33] Lokshin, B., Mohnen, P. 2009. What does it take for an R&D tax incentive policy to be effective? UNUMERIT Working Paper Series 014, United Nations University, Maastricht Economic and social Research and training cent
- [34] Löf, H., Heshmati, A., 2005. The impact of public funds on private R&D investment: New evidence from a firm-level innovation study. In: A. Heshmati, Y. B. Sohn & Y. R. Kim (Eds), *Commercialisation and Transfer of Technology*
- [35] Mairesse, J., Mulkey, B., 2011. Evaluation de l’Impact du Crédit Impot Recherche. Working Papers 2011-35, Centre de Recherche en Economie et Statistique.
- [36] Nelson, R.R., 1959. The simple economics of basic scientific research, *The Journal of Political Economy* 67, 297-306.
- [37] OECD 2011. *Innovation in the crisis and beyond*. OECD, Paris.
- [38] OECD 2010. *R&D tax incentives: rationale, design, evaluation*. OECD, Paris.
- [39] OECD 2009. *Policy responses to the Economic crisis. Investing in Innovation for Long-Term Growth*. OECD, Paris.
- [40] OECD 2002. *Proposed Standard Practice for Surveys for Research and Experimental Development*, Frascati Manual 2002, OECD, Paris.
- [41] Paff, L., 2005. State-Level R&D Tax Credits: A Firm-Level Analysis. *The B.E. Journal of Economic Analysis & Policy*. Berkeley Electronic Press, vol. 0(1), pages 17. 22
- [42] Rosenbaum, P. and Rubin, D.B., 1983. The Central Role of the Propensity Score in Observational Studies for Causal Effects. *Biometrika*, vol. 70, no. 1, 4155.
- [43] Suetens, S., 2002. R&D subsidies and production effects of R&D personnel: evidence from the Flemish region. CESIT Discussion Paper 2002/03, Antwerp.
- [44] Takalo, T., Tanayama, T., Toivanen, O., 2008. Evaluating innovation policy: a structural treatment effect model of R&D subsidies. Discussion Paper 7/2008, Bank of Finland, Helsinki.
- [45] Wallsten, S.J., 2000. The effects of government-industry R&D programs on private R&D: the case of the Small Business Innovation Research Program. *RAND Journal of Economics* 31(1), 82–100.

## **REMERCIEMENTS**

*Les auteurs remercient Emmanuel Duguet, Dominique Foray, Patrick Llerena, Benoît Mulkay, Christian Orfila et Maryline Rosa pour leur aide et leurs commentaires.*

*Le rapport a aussi bénéficié des commentaires des membres du comité de pilotage de l'étude : Christine Costes, Vincent Dortet-Bernadet, Henry Delcamp, Pierre Féry, Pauline Givord, Dominique Guellec, Claire Lelarge, Nicolas Le Ru, Jacques Mairesse, Benoît Masquin, Luis Miotti, Justin Quémener, Frédérique Sachwald, Géraldine Seroussi.*

*Les auteurs ont participé à deux séminaires qui ont donné lieu à des échanges fructueux pour cette étude. Premièrement, un séminaire international l'évaluation des aides publiques à la R&D, organisé par l'université Paris 1, ICN Business School, l'INSEE - CREST et le MESR, au MESR, en novembre 2011. Deuxièmement, une réunion de travail dans le cadre du rapport sur le CIR rendu par la Cour de Comptes en juin 2013.*

*Ce rapport (convention N° 11 G 600) fait partie d'un ensemble d'études et de manifestations financées par le MESR et qui ont été gérées par l'Université de Paris 1 : UFR de Gestion – PRISM / LASI, 17 rue de la Sorbonne, F 75005 Paris*

*Les auteurs remercient ici l'université Paris 1 et tout spécialement Syoum Négassi, pour son aide constante au cours de cette étude.*

*Bien entendu, le présent rapport n'engage que ses auteurs.*

# Evaluation de l'impact des aides directes et indirectes à la R&D en France

## ANNEXE

Décembre 2013

**Stephane Lhuillery**

**Marianna Marino**

**Pierpaolo Parrotta**

<sup>a</sup> ICN Business School et BETA (UMR CNRS 7522) [stephane.lhuillery@icn-groupe.fr](mailto:stephane.lhuillery@icn-groupe.fr)

<sup>b</sup> CEMI - École Polytechnique Fédérale de Lausanne [marianna.marino@epfl.ch](mailto:marianna.marino@epfl.ch).

<sup>c</sup> Université de Aarhus et HEC Lausanne [pierpaolo.parrotta@unil.ch](mailto:pierpaolo.parrotta@unil.ch)



Page blanche

## SOMMAIRE DE L'ANNEXE

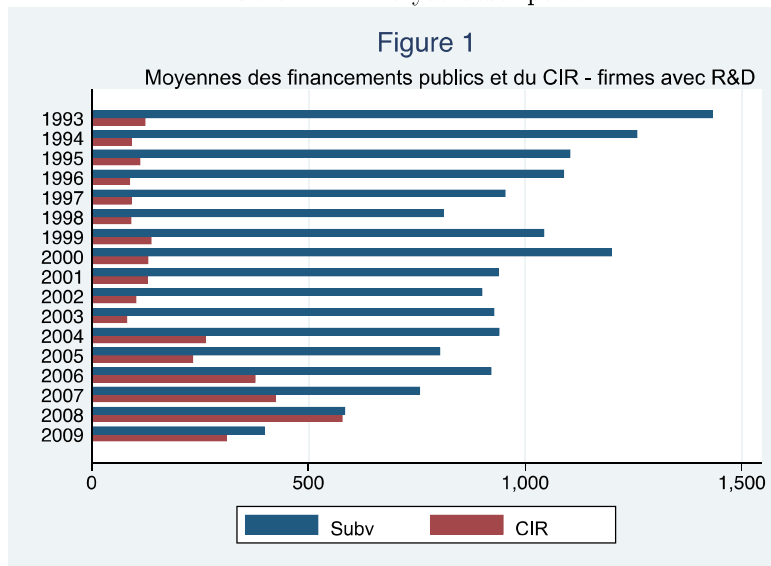
	Page
<b>3. Statistiques descriptives</b>	<b>A1</b>
<b>5.1 Régressions MCO</b>	<b>A10</b>
<b>5.2 Appariement par catégories de traitement : score de propension</b>	<b>A12</b>
<b>5.2 Appariement par catégories de traitement : score de propension</b>	<b>A27</b>
<b>5.3 Traitement par dose</b>	<b>A38</b>
<b>6. Tests de robustesse...</b>	<b>A45</b>
... sur les tailles d'entreprise	A45
... par secteurs	A74
... sur les groupes fiscaux	A104
... sur la R&D civile	A115

*Note : La numérotation adoptée dans l'annexe est celle des sections : à partir de la page A38, le lecteur va donc retrouver tous les graphes et tables de la section 5.3. du rapport.*

Page blanche

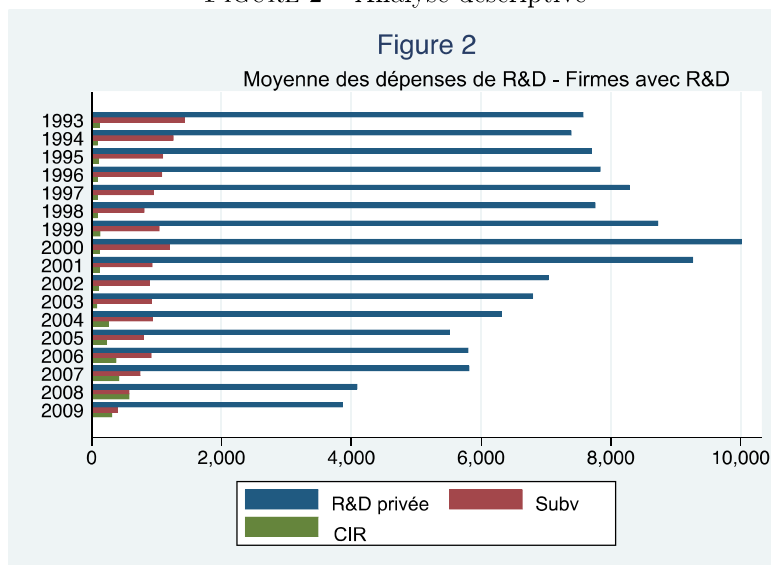
### 3. STATISTIQUES DESCRIPTIVES

FIGURE 1 – Analyse descriptive



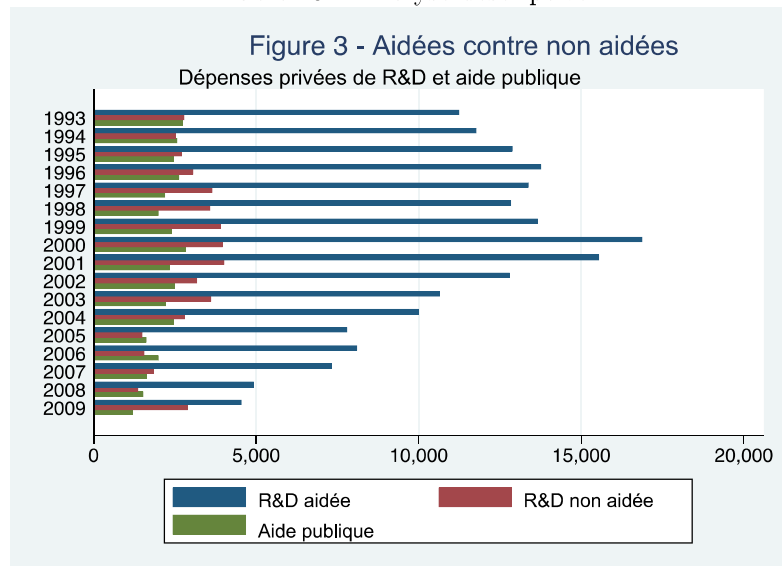
Légende : Les valeurs monétaires sont en milliers d'euros 2000

FIGURE 2 – Analyse descriptive



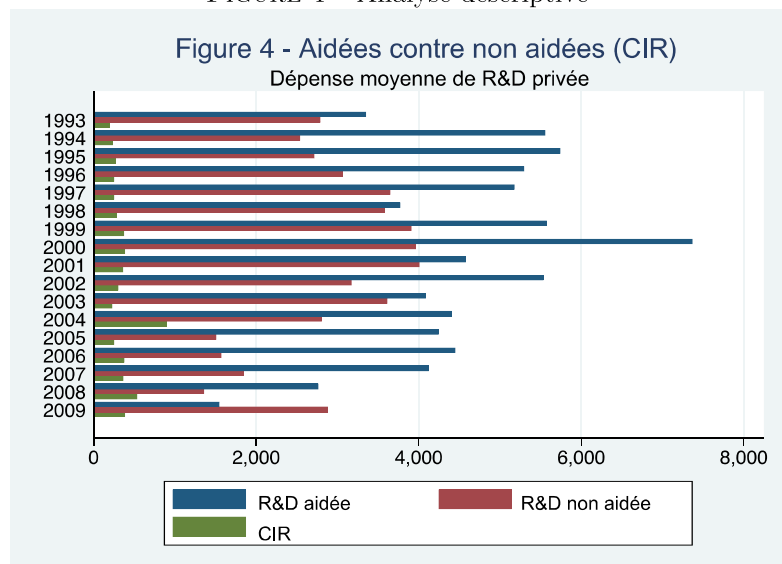
Légende : Les valeurs monétaires sont en milliers d'euros 2000

FIGURE 3 – Analyse descriptive



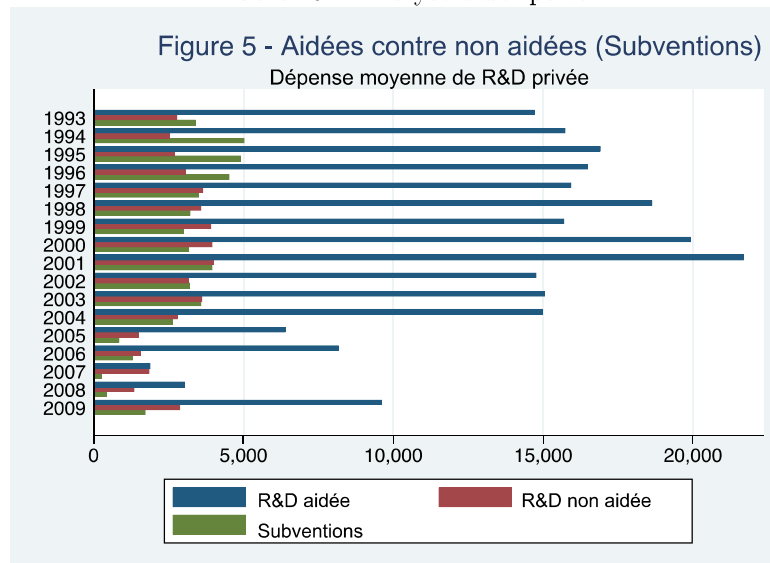
Légende : Les valeurs monétaires sont en milliers d'euros 2000

FIGURE 4 – Analyse descriptive



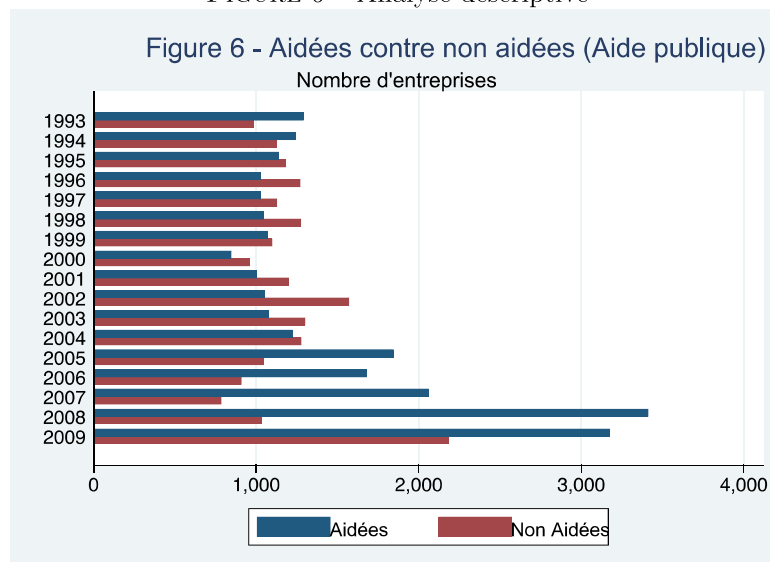
Légende : Les valeurs monétaires sont en milliers d'euros 2000

FIGURE 5 – Analyse descriptive



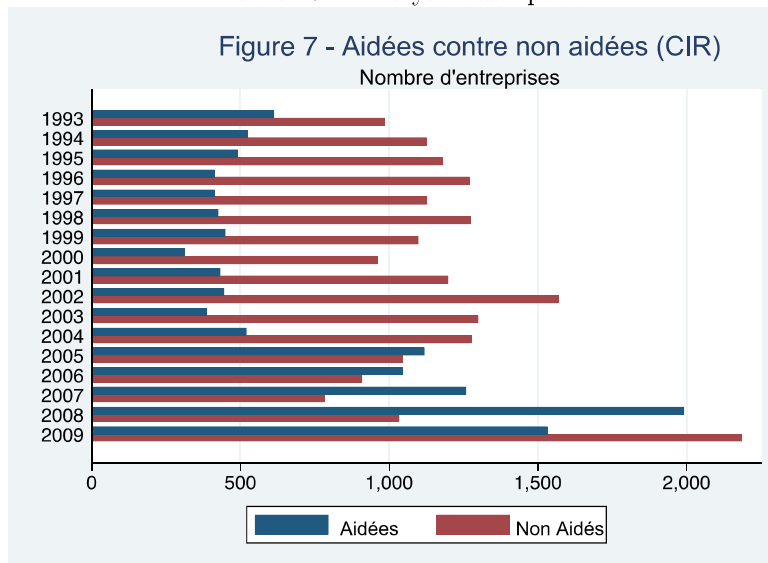
Légende : Les valeurs monétaires sont en milliers d'euros 2000

FIGURE 6 – Analyse descriptive



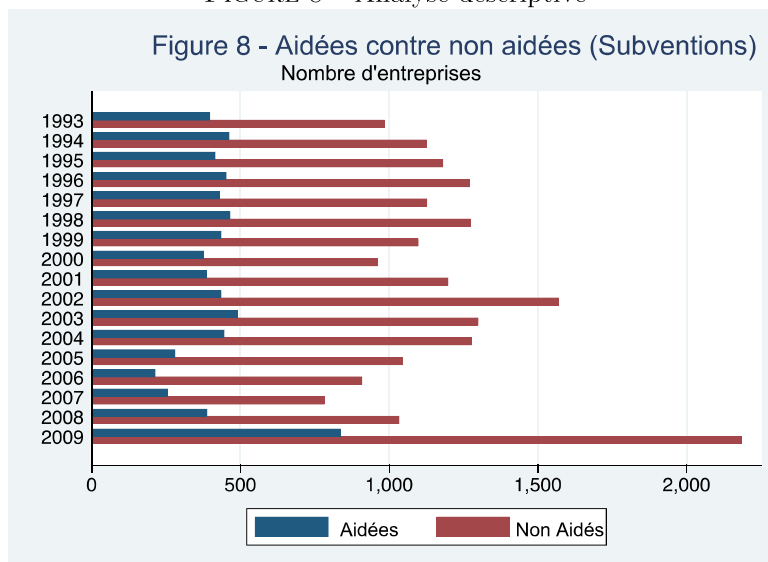
Légende : Les valeurs monétaires sont en milliers d'euros 2000

FIGURE 7 – Analyse descriptive



Légende : Les valeurs monétaires sont en milliers d'euros 2000

FIGURE 8 – Analyse descriptive



Légende : Les valeurs monétaires sont en milliers d'euros 2000



**Table 1 : Traitées contre Groupe Contrôle**

Variable	<i>Subventions Traités</i>			<i>CIR Traités</i>			<i>Non Traités</i>		
	mean	st.dev.	N	mean	st.dev.	N	mean	st.dev.	N
<i>Variabiles de traitement</i>									
Subventions	3,976.898	26,165.516	4,279	0	0	8,077	0	0	14,056
CIR	0	0	4,279	471.347	3,991.252	8,077	0	0	14,056
<i>Variabiles de résultat</i>									
Dépense privée de R&D	19,123.567	91,684.81	4,279	5,311.72	22,491.446	8,077	3,665.654	17,899.276	14,056
<i>Variabiles de Pre-traitement</i>									
Subventions_2eme	0.165	0.371	4,279	0.028	0.166	8,077	0.024	0.153	14,056
Subventions_3eme	0.288	0.453	4,279	0.016	0.127	8,077	0.014	0.118	14,056
CIR_2eme	0.049	0.217	4,279	0.217	0.412	8,077	0.056	0.230	14,056
CIR_3eme	0.156	0.363	4,279	0.357	0.479	8,077	0.097	0.296	14,056
Autres Subventions_2eme	0.104	0.305	4,279	0.152	0.359	8,077	0.145	0.352	14,056
Autres Subventions_3eme	0.616	0.486	4,279	0.350	0.477	8,077	0.343	0.475	14,056
Cash	0.812	0.390	4,279	0.868	0.339	8,077	0.837	0.369	14,056
R&D VA ratio	0.070	8.175	4,279	0.110	3.194	8,077	0.053	3.897	14,056
Intensité des exportations	0.336	0.285	4,279	0.347	0.288	8,077	0.317	0.278	14,056
Propriété de firme étrangère	0.276	0.447	4,279	0.430	0.495	8,077	0.454	0.498	14,056
taille(20-50)	0.143	0.350	4,279	0.132	0.339	8,077	0.127	0.333	14,056
taille(50-100)	0.156	0.363	4,279	0.156	0.363	8,077	0.147	0.354	14,056
taille(100-500)	0.365	0.482	4,279	0.443	0.497	8,077	0.475	0.499	14,056
taille(500)	0.318	0.466	4,279	0.252	0.434	8,077	0.234	0.423	14,056

Notes : Les valeurs monétaires sont en milliers d'euros 2000

Table 2 : Terciles des Subventions

Variable	1er Tercile			2eme Tercile			3eme Tercile		
	mean	st.dev.	N	mean	st.dev.	N	mean	st.dev.	N
<i>Variables de traitement</i>									
Subventions	15.486	7.841	1,353	78.581	35.667	1,352	10,730.593	42,305.544	1,574
CIR	0	0	1,353	0	0	1,352	0	0	1,574
<i>Variables de résultats</i>									
Dépense privée de R&D	3,262.207	11,609.231	1,353	5,233.204	15,948.439	1,352	44,689.127	146,598.337	1,574
<i>Variables de Pre-traitement</i>									
Subventions_2eme	0.125	0.331	1,353	0.282	0.450	1,352	0.098	0.298	1,574
Subventions_3eme	0.037	0.189	1,353	0.129	0.335	1,352	0.641	0.480	1,574
CIR_2eme	0.059	0.236	1,353	0.063	0.243	1,352	0.029	0.168	1,574
CIR_3eme	0.128	0.334	1,353	0.149	0.356	1,352	0.187	0.390	1,574
Autres Subventions_2eme	0.152	0.359	1,353	0.118	0.323	1,352	0.050	0.217	1,574
Autres Subventions_3eme	0.547	0.498	1,353	0.559	0.497	1,352	0.725	0.447	1,574
Cash	0.870	0.337	1,353	0.817	0.387	1,352	0.759	0.428	1,574
R&D VA ratio	0.067	0.770	1,353	0.147	0.665	1,352	0.008	13.449	1,574
Intensité des exportations	0.323	0.279	1,353	0.320	0.282	1,352	0.360	0.290	1,574
Propriété de firme étrangère	0.324	0.468	1,353	0.270	0.444	1,352	0.241	0.428	1,574
taille(20-50)	0.203	0.402	1,353	0.163	0.370	1,352	0.074	0.261	1,574
taille(50-100)	0.181	0.385	1,353	0.169	0.375	1,352	0.123	0.329	1,574
taille(100-500)	0.387	0.487	1,353	0.397	0.489	1,352	0.319	0.466	1,574
taille(500)	0.212	0.409	1,353	0.251	0.434	1,352	0.468	0.499	1,574

Notes : Les valeurs monétaires sont en milliers d'euros 2000

Table 3 : Terciles du CIR

Variable	1er Tercile			2eme Tercile			3eme Tercile		
	mean	st.dev.	N	mean	st.dev.	N	mean	st.dev.	N
<i>Variables de traitement</i>									
Subventions	0	0	2,325	0	0	2,546	0	0	3,205
CIR	21.541	13.532	2,325	96.629	34.654	2,546	1,095.292	6,285.257	3,205
<i>Variables de résultats</i>									
Dépense privée de R&D	780.289	1,933.015	2,325	1,610.723	4,505.238	2,546	11,539.142	34,520.612	3,205
<i>Variables de Pre-traitement</i>									
Subventions_2eme	0.020	0.141	2,325	0.031	0.172	2,546	0.033	0.178	3,205
Subventions_3eme	0.006	0.075	2,325	0.011	0.104	2,546	0.028	0.166	3,205
CIR_2eme	0.234	0.423	2,325	0.351	0.477	2,546	0.098	0.297	3,205
CIR_3eme	0.066	0.248	2,325	0.260	0.439	2,546	0.645	0.479	3,205
Autres Subventions_2eme	0.184	0.387	2,325	0.168	0.374	2,546	0.116	0.321	3,205
Autres Subventions_3eme	0.264	0.441	2,325	0.335	0.472	2,546	0.423	0.494	3,205
Cash	0.867	0.340	2,325	0.868	0.339	2,546	0.868	0.339	3,205
R&D VA ratio	0.002	4.310	2,325	0.070	1.327	2,546	0.220	3.289	3,205
Intensité des exportations	0.290	0.263	2,325	0.336	0.281	2,546	0.397	0.302	3,205
Propriété de firme étrangère	0.366	0.482	2,325	0.412	0.492	2,546	0.490	0.500	3,205
taille(20-50)	0.213	0.410	2,325	0.143	0.350	2,546	0.066	0.248	3,205
taille(50-100)	0.216	0.412	2,325	0.185	0.388	2,546	0.089	0.284	3,205
taille(100-500)	0.454	0.498	2,325	0.494	0.500	2,546	0.394	0.489	3,205
taille(500)	0.093	0.290	2,325	0.161	0.367	2,546	0.440	0.496	3,205

Notes : Les valeurs monétaires sont en milliers d'euros 2000

Table 4 : Terciles des Aides publiques totales

Variable	<i>1er Tercile</i>			<i>2eme Tercile</i>			<i>3eme Tercile</i>		
	mean	st.dev.	N	mean	st.dev.	N	mean	st.dev.	N
<i>Variabiles de traitement</i>									
Subventions	9.439	13.943	4,674	38.427	58.408	4,982	5,026.895	28,729.212	5,873
CIR	14.897	16.983	4,674	85.179	65.609	4,982	1,324.242	5,691.909	5,873
<i>Variabiles de résultats</i>									
Dépense privée de R&D	1,827.442	7,517.179	4,674	2,879.416	10,579.339	4,982	29,876.287	105,078.383	5,873
<i>Variabiles de Pre-traitement</i>									
Subventions_2st	0.082	0.274	4,674	0.117	0.321	4,982	0.088	0.284	5,873
Subventions_3st	0.022	0.148	4,674	0.061	0.239	4,982	0.314	0.464	5,873
CIR_2eme	0.174	0.379	4,674	0.257	0.437	4,982	0.069	0.253	5,873
CIR_3eme	0.095	0.293	4,674	0.260	0.439	4,982	0.566	0.496	5,873
Autres Subventions_2eme	0.171	0.376	4,674	0.152	0.359	4,982	0.085	0.279	5,873
Autres Subventions_3eme	0.387	0.487	4,674	0.423	0.494	4,982	0.597	0.491	5,873
cash	0.865	0.342	4,674	0.849	0.358	4,982	0.813	0.390	5,873
R&D VA ratio	0.301	0.271	4,674	0.130	2.081	4,982	0.310	9.311	5,873
intensité des exportations	0.337	0.473	4,674	0.340	0.283	4,982	0.396	0.301	5,873
Propriété de firme étrangère	0.337	0.473	4,674	0.365	0.482	4,982	0.368	0.482	5,873
taille(20-50)	0.206	0.405	4,674	0.153	0.360	4,982	0.065	0.247	5,873
taille(50-100)	0.207	0.405	4,674	0.176	0.381	4,982	0.094	0.292	5,873
taille(100-500)	0.425	0.494	4,674	0.459	0.498	4,982	0.336	0.472	5,873
taille(500)	0.141	0.348	4,674	0.191	0.393	4,982	0.493	0.500	5,873

Notes : Les valeurs monétaires sont en milliers d'euros 2000

## 5.1 RESULTATS PAR LES MCO

TABLE 5 – Estimations par les MCO

Variable	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
txclevel	0.00001 (0.00002)				-0.00001 (0.00001)	
txc2		-0.08059*** (0.03236)				-0.02995 (0.03354)
txc3		0.54173*** (0.04049)				0.49370*** (0.04035)
sublevel			0.00001*** (0.00000)		0.00001*** (0.00000)	
sub2				-0.17546*** (0.04899)		-0.08565* (0.04883)
sub3				0.26833*** (0.07922)		0.36067*** (0.07171)
Observations	22,133	22,133	18,335	18,335	29,585	29,585
R2_adj	0.45023	0.45874	0.50279	0.49934	0.09204	0.48057

Note: la variable dépendante est le log des dépenses privées de R&D.

Seuils de significativité: \*\*\*(1%), \*\*(5%), \*(10%).

## 5.2a CATEGORIES DE TRAITEMENT : SCORE DE PROPENSION

Table 7: Appariement par score de propension: estimation des effets moyens du traitement sur les traités (ATT)

	<i>Subventions</i>			<i>CIR</i>			<i>Total Aides publiques totales</i>		
	Non Traités	Petite	Moyen	Non Traités	Petite	Moyen	Non Traités	Petite	Moyen
Traités	.1273** (.0585)			-.0589 (.0399)			-.0343 (.0389)		
Petit	-.3293*** (.0698)			-1.0951*** (.0521)			-.8774*** (.0406)		
Moyen	-.2543*** (.0830)	.0765 (.1410)		-.7101*** (.0573)	.6532*** (.0717)		-.6446*** (.0460)	.2332*** (.0561)	
Grand	.6020*** (.1463)	1.2538*** (.2254)	.9075*** (.1914)	.4971*** (.0756)	2.0337*** (.1235)	1.3747*** (.0647)	.6776*** (.0883)	1.3591*** (.1249)	1.3853*** (.0749)

Dans la table nous mesurons la moyenne du traitement sur les traités (ATT) qui est la différence de dépenses privées de R&D entre les entreprises aidées et non aidées. Seuils de significativité: \*\*\*(1%), \*\*(5%), \*(10%).



TABLE 6 – Estimations par les MCO : périodes 1998-2003 et 2004-2009

Variable	1998-2003	2004-2009	1998-2003	2004-2009	1998-2003	2004-2009
txclevel	0.00040*** (0.000004)	0.00001 (0.000002)			0.00026*** (0.000005)	0.00002 (0.000002)
txc2	-0.15894** (0.07054)	-0.07010 (0.04313)			-0.12514* (0.07232)	-0.01632 (0.04332)
txc3	0.53860*** (0.08031)	0.55758*** (0.04949)			0.45465*** (0.08276)	0.51859*** (0.04830)
sublevel			0.00001*** (0.00000)	0.00001*** (0.00001)	0.00001*** (0.00000)	0.00001 (0.00000)
sub2			-0.07502 (0.07366)	-0.35173*** (0.08424)	-0.06499 (0.07298)	-0.12509 (0.08200)
sub3			0.44399*** (0.12231)	0.14116 (0.13830)	0.43930*** (0.11411)	0.14123 (0.12351)
Observations	7,750	7,750	10,334	10,334	7,669	7,669
R <sup>2</sup> .adj	0.46790	0.46435	0.43583	0.44751	0.50579	0.50228
					0.46934	0.47060
					10.249	10.249
					0.50078	0.49362
						13.721
						0.44528
						0.45124

Note: la variable dépendante est le log des dépenses privées de R&D.

Seuils de significativité: \*\*\*(1%), \*\*(5%), \*(10%).

FIGURE 9 – Résultats sur l'appariement par score de propension

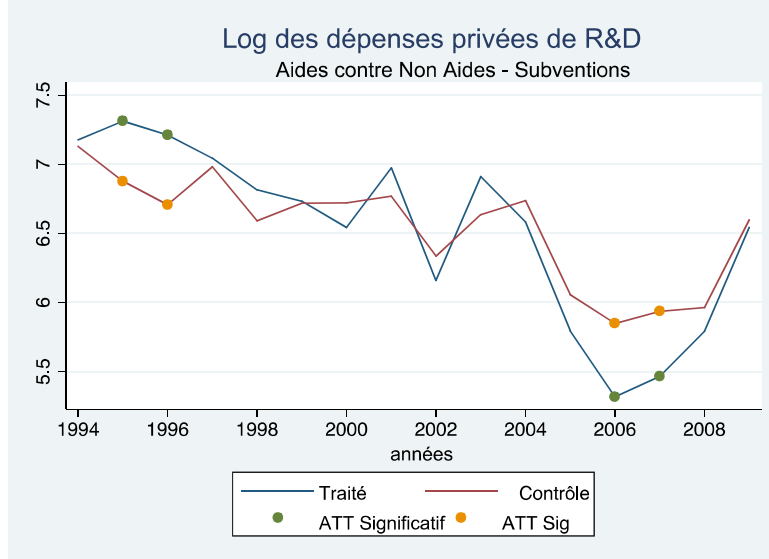


FIGURE 10 – Résultats sur l'appariement par score de propension

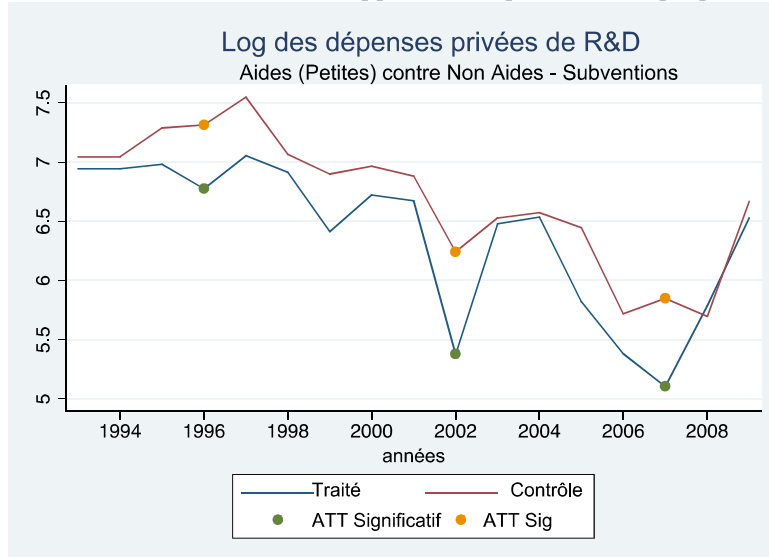


FIGURE 11 – Résultats sur l'appariement par score de propension

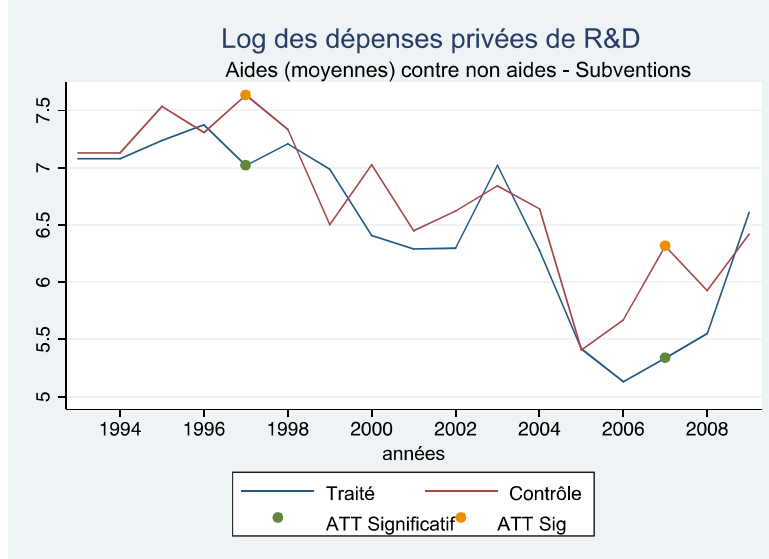


FIGURE 12 – Résultats sur l'appariement par score de propension

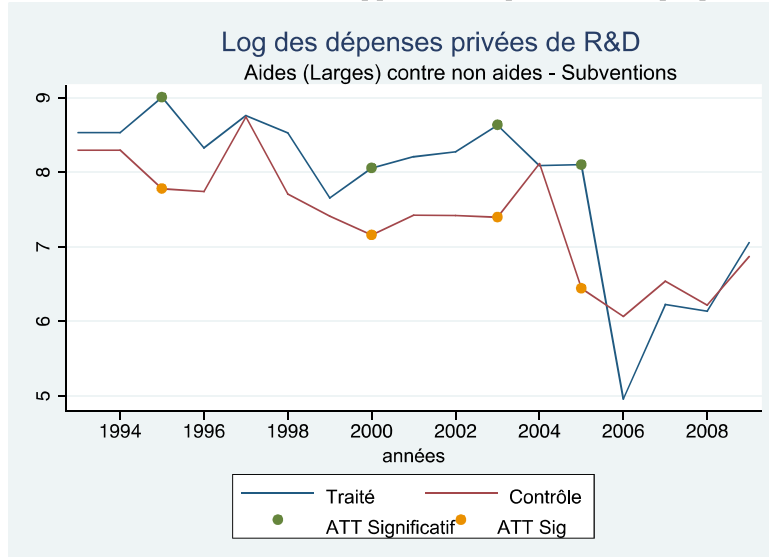


FIGURE 13 – Résultats sur l'appariement par score de propension

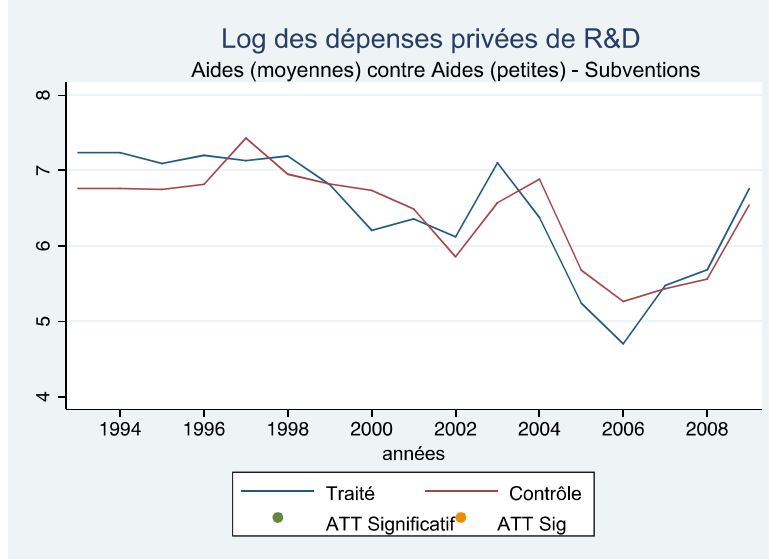


FIGURE 14 – Résultats sur l'appariement par score de propension

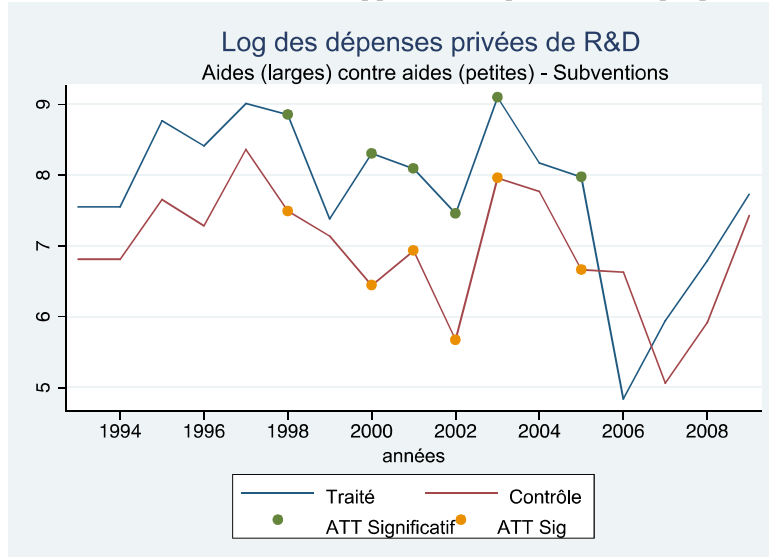


FIGURE 15 – Résultats sur l'appariement par score de propension

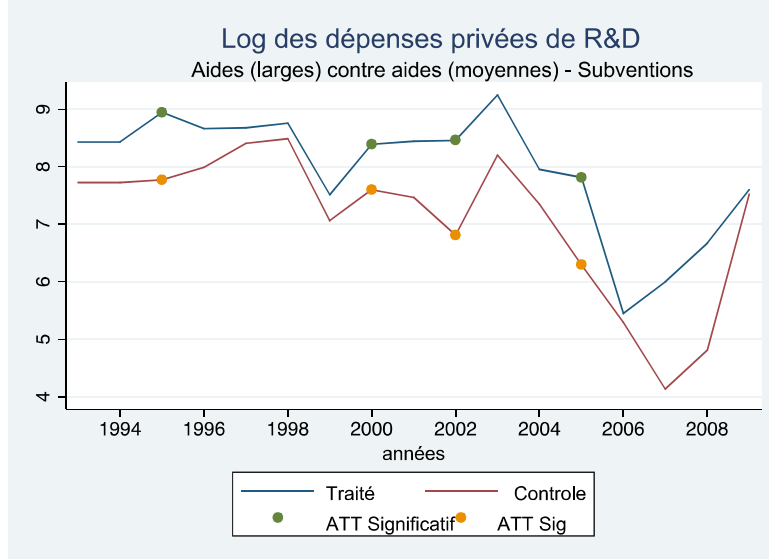


FIGURE 16 – Résultats sur l'appariement par score de propension

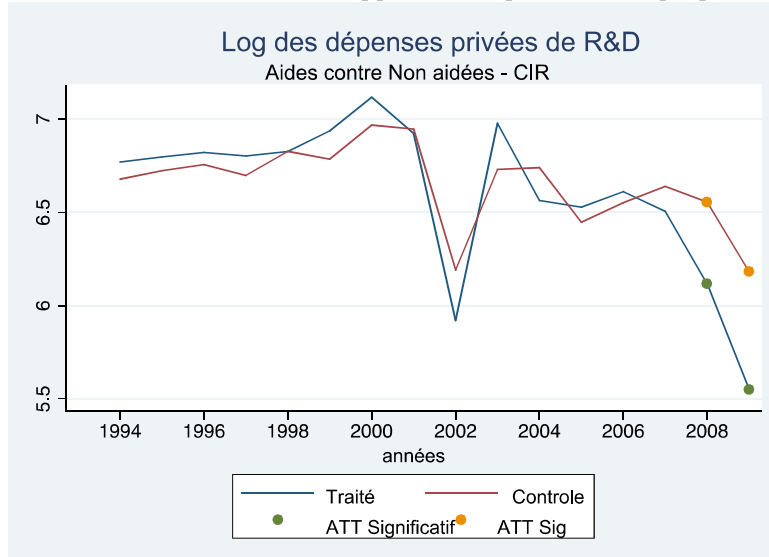


FIGURE 17 – Résultats sur l'appariement par score de propension

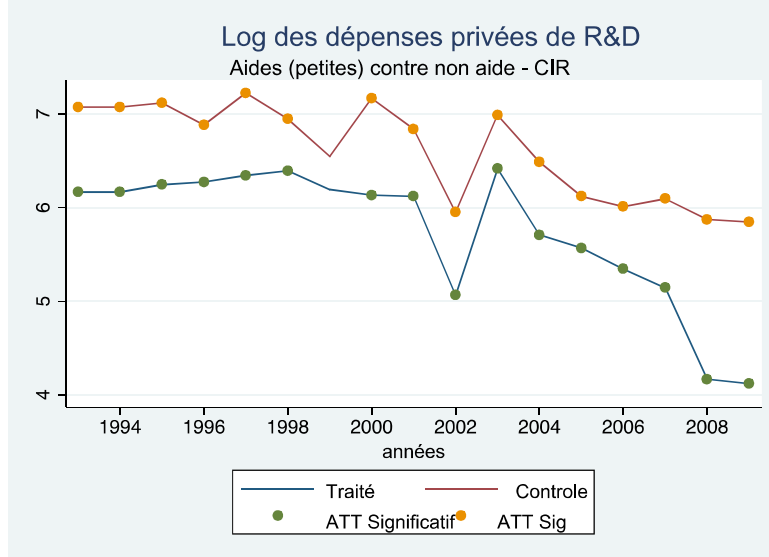


FIGURE 18 – Résultats sur l'appariement par score de propension

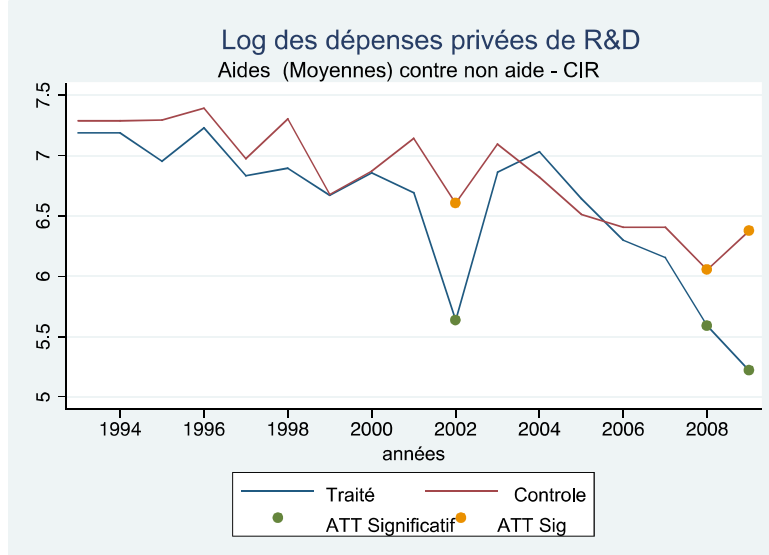


FIGURE 19 – Résultats sur l'appariement par score de propension

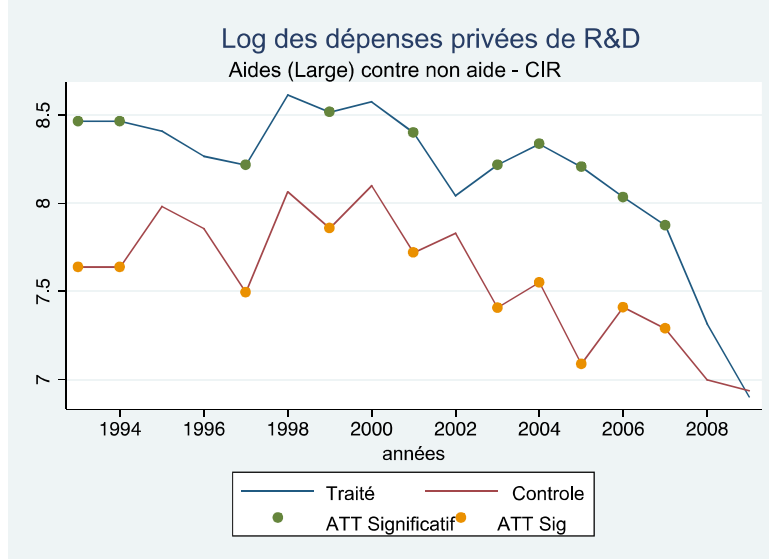


FIGURE 20 – Résultats sur l'appariement par score de propension

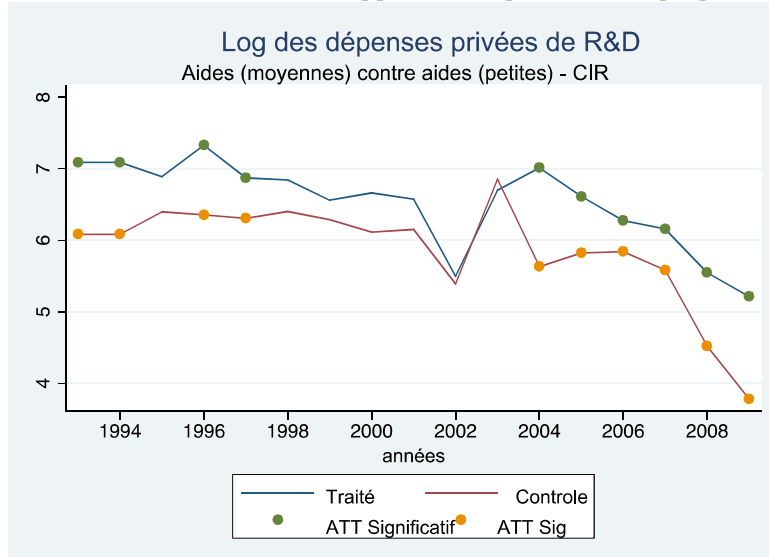


FIGURE 21 – Résultats sur l'appariement par score de propension

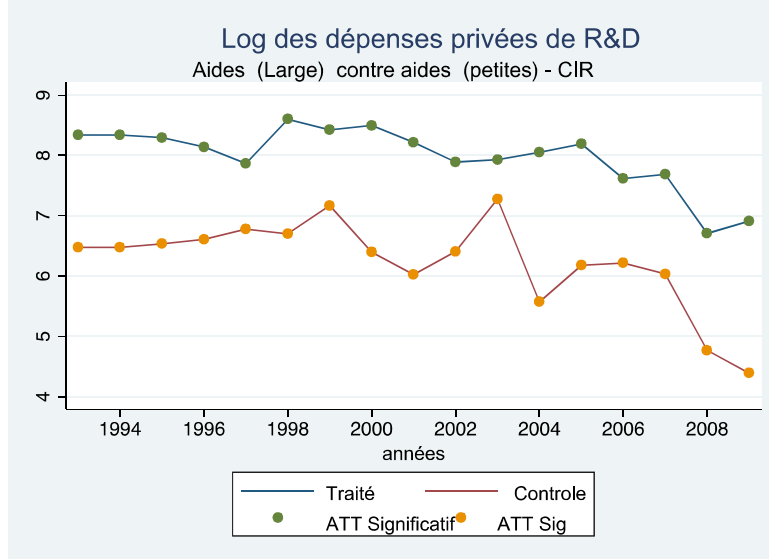


FIGURE 22 – Résultats sur l'appariement par score de propension

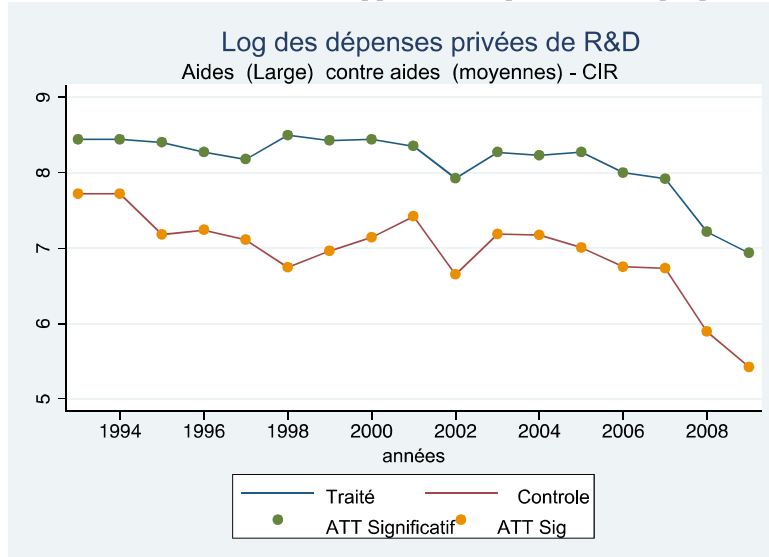




FIGURE 23 – Résultats sur l'appariement par score de propension

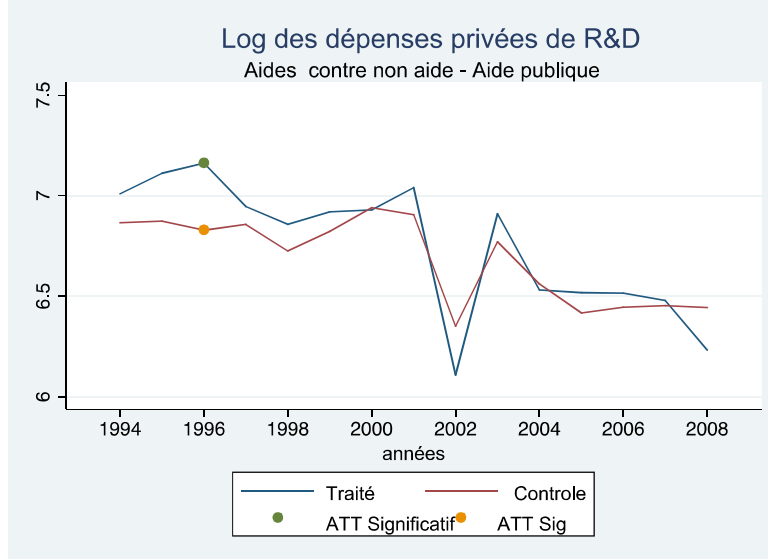


FIGURE 24 – Résultats sur l'appariement par score de propension

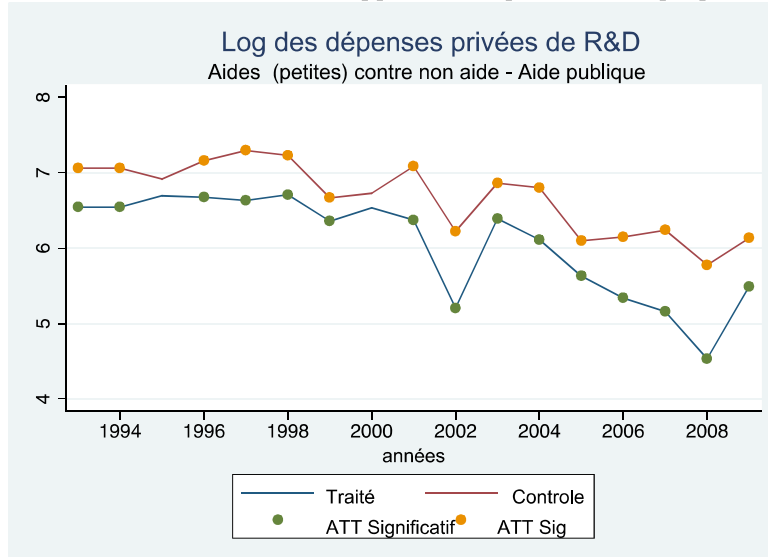


FIGURE 25 – Résultats sur l'appariement par score de propension

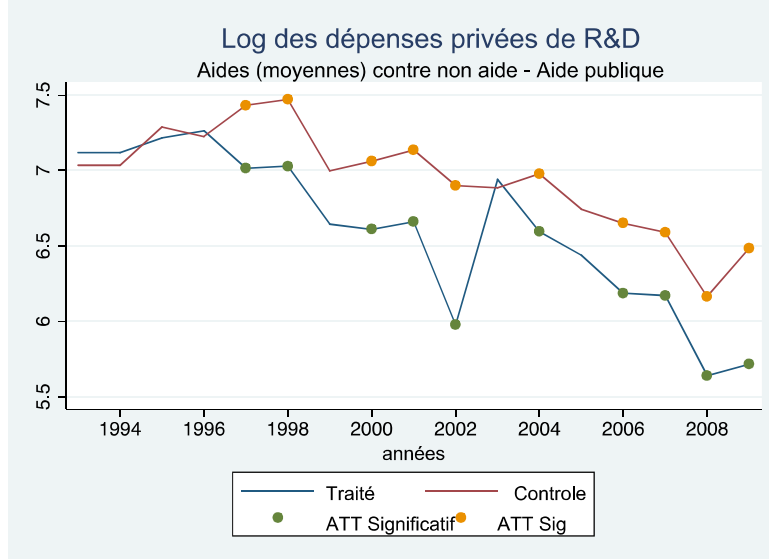


FIGURE 26 – Résultats sur l'appariement par score de propension

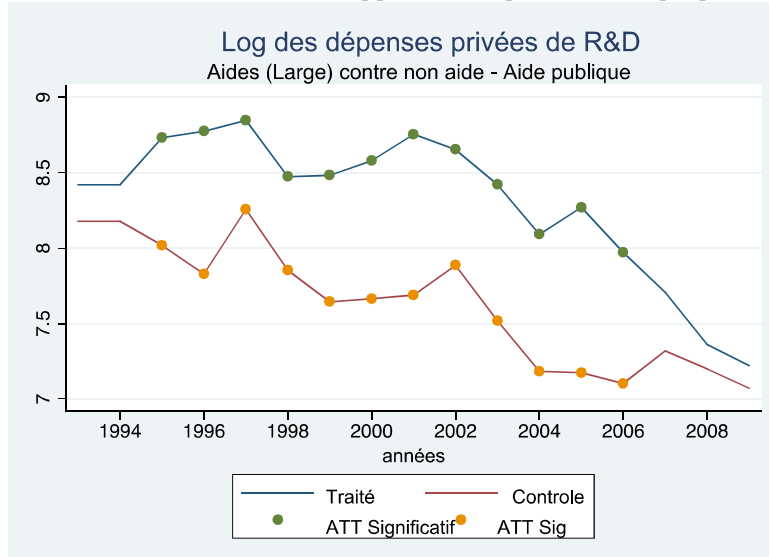


FIGURE 27 – Résultats sur l'appariement par score de propension

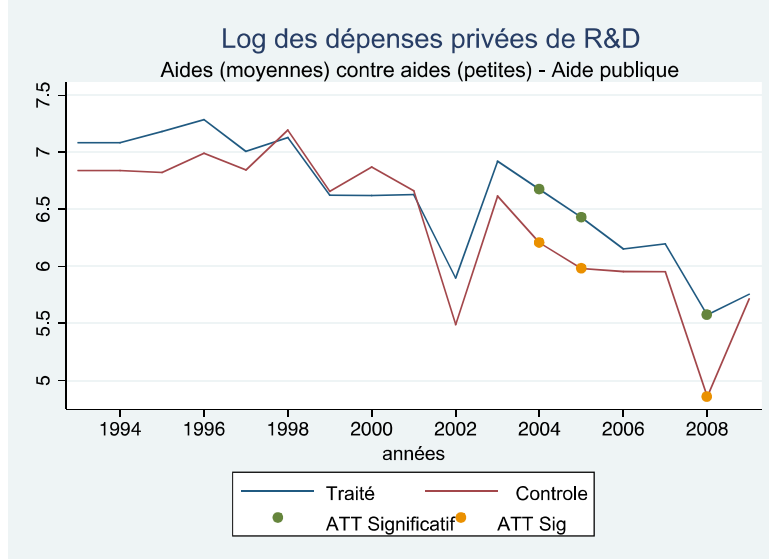


FIGURE 28 – Résultats sur l'appariement par score de propension

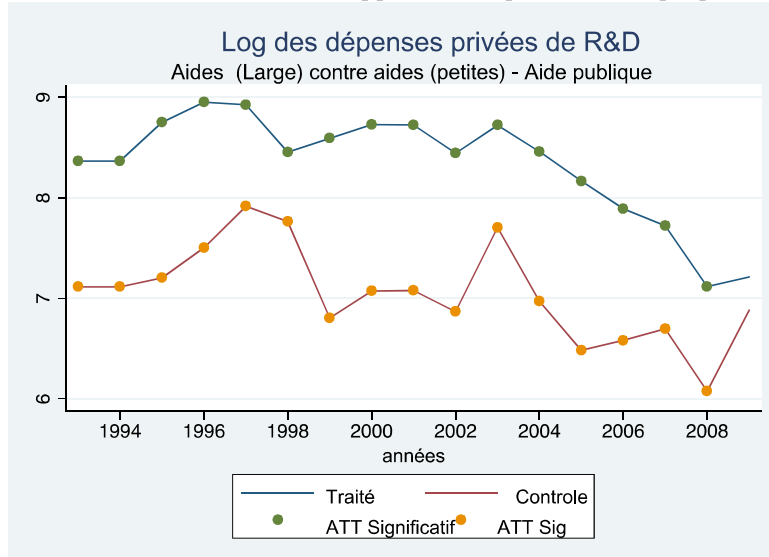


FIGURE 29 – Résultats sur l'appariement par score de propension

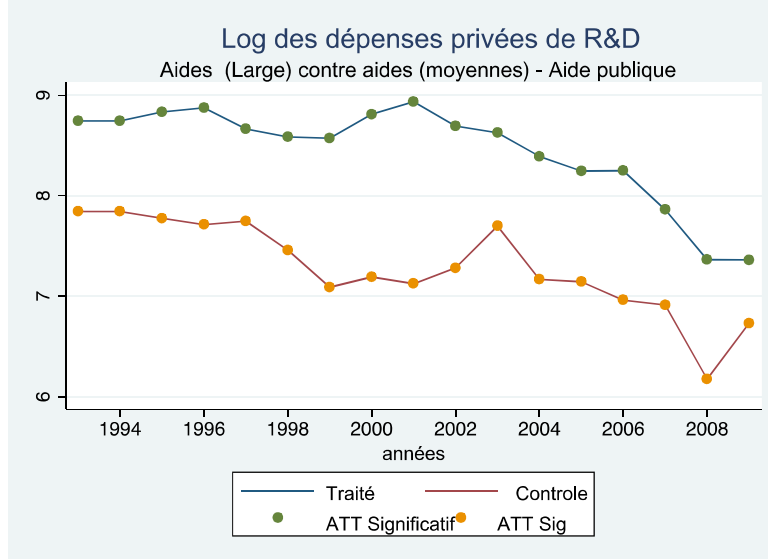


FIGURE 30 – Résultats sur l'appariement par score de propension : Nouveaux Entrants

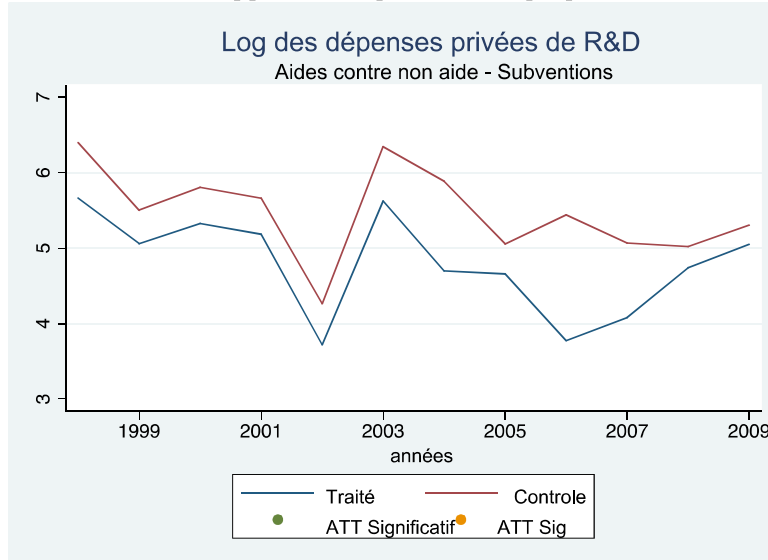


FIGURE 31 – Résultats sur l'appariement par score de propension : Nouveaux Entrants

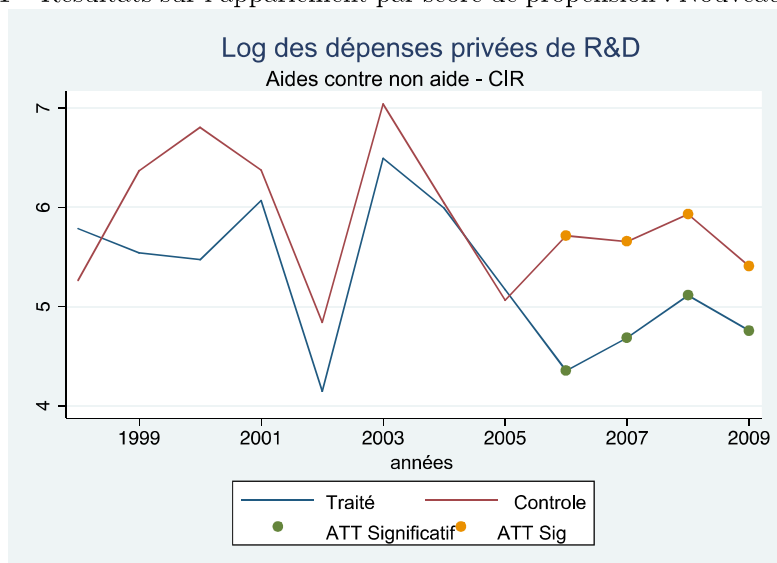
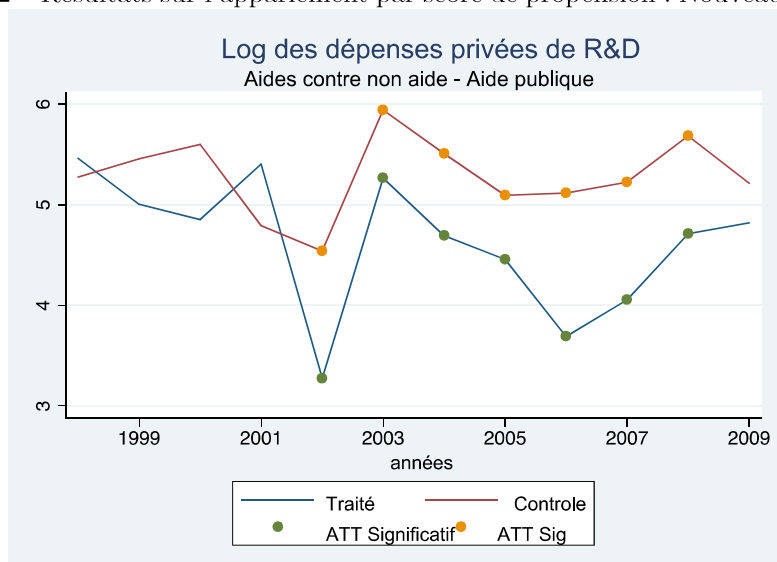


FIGURE 32 – Résultats sur l'appariement par score de propension : Nouveaux Entrants



## 5.2b CATEGORIES DE TRAITEMENT : APPARIEMENT EXACT

FIGURE 33 – Résultats sur l'appariement exact

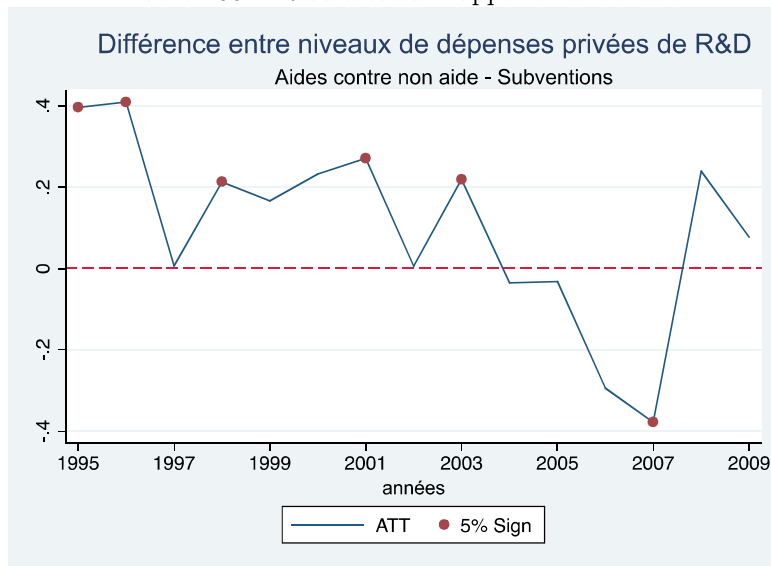


FIGURE 34 – Résultats sur l'appariement exact

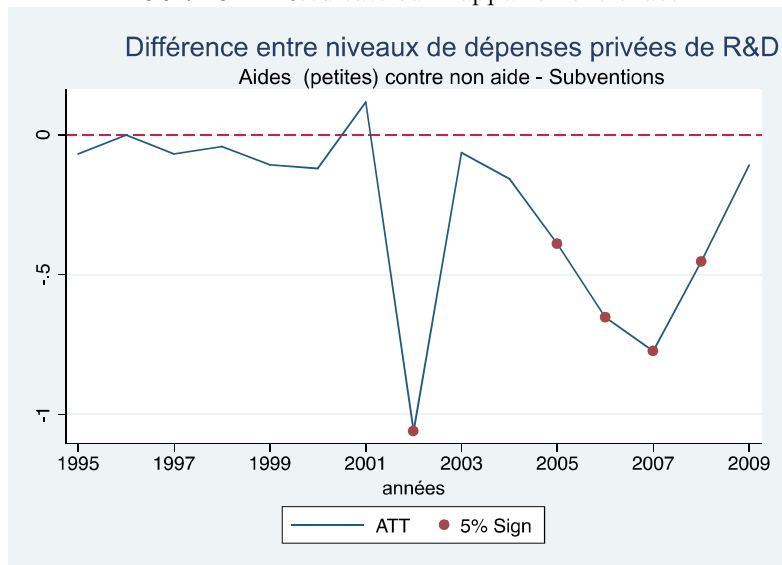


FIGURE 35 – Résultats sur l'appariement exact

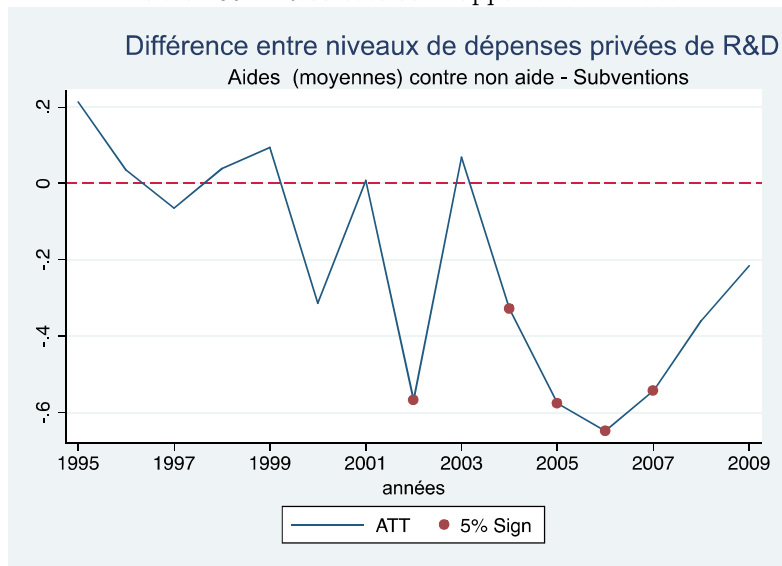


FIGURE 36 – Résultats sur l'appariement exact

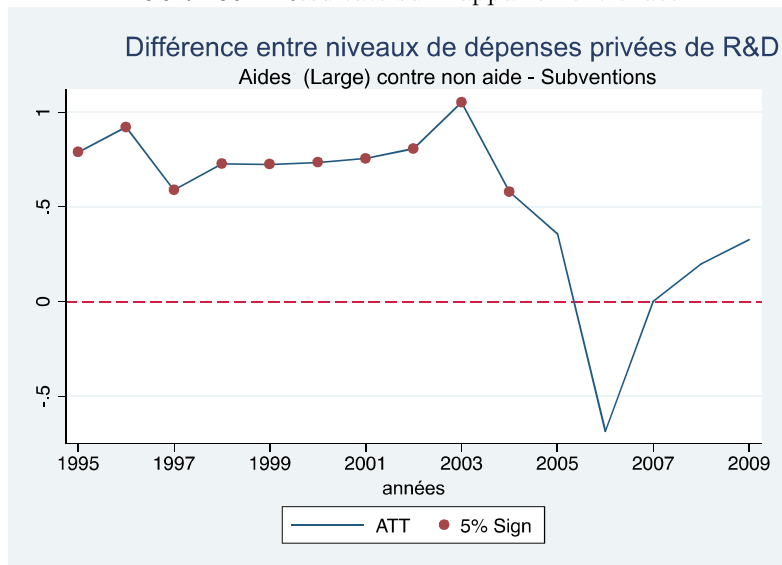




FIGURE 37 – Résultats sur l'appariement exact

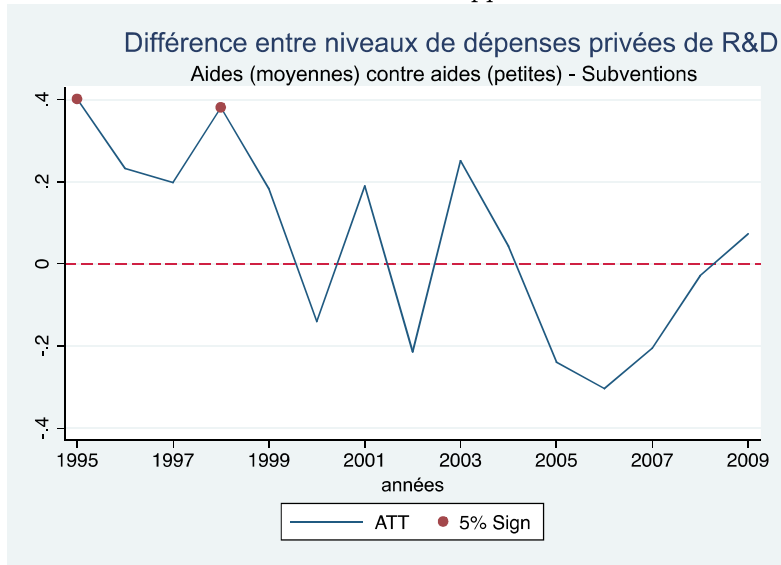


FIGURE 38 – Résultats sur l'appariement exact

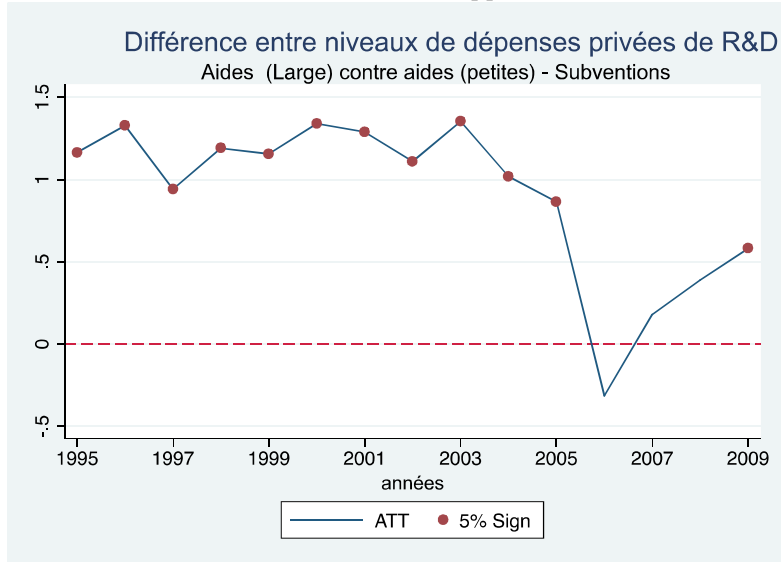


FIGURE 39 – Résultats sur l'appariement exact

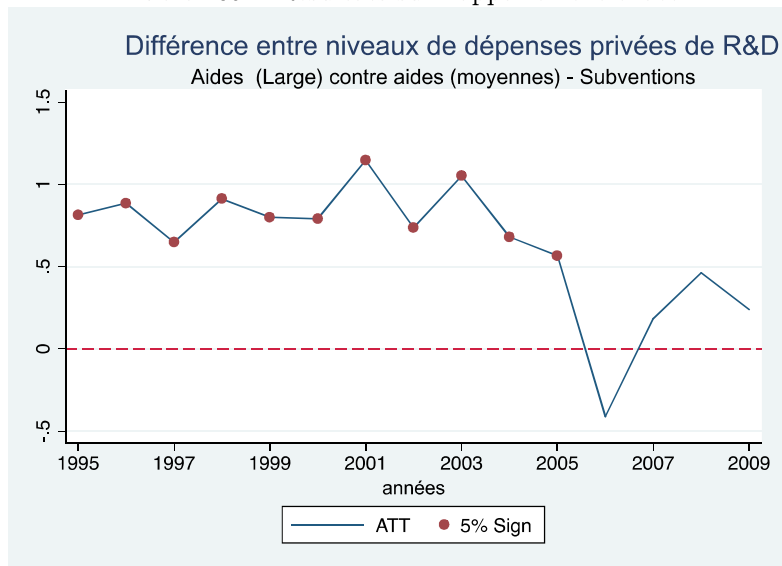


FIGURE 40 – Résultats sur l'appariement exact

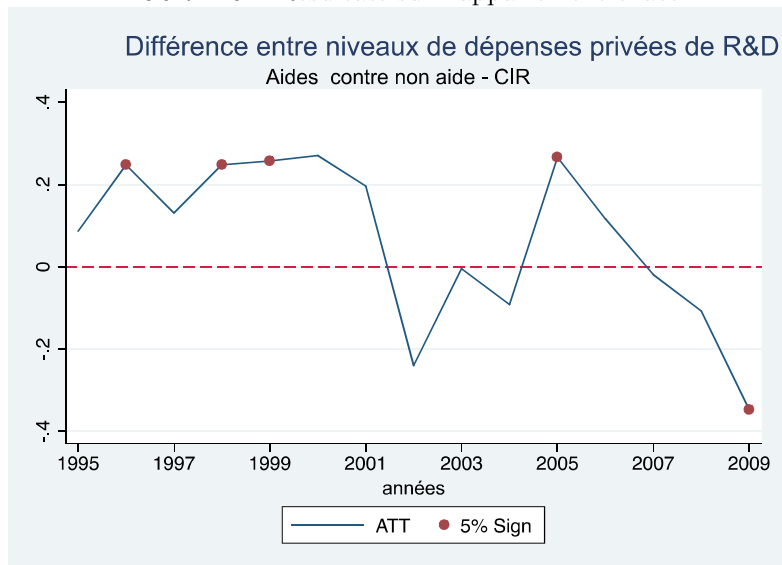


FIGURE 41 – Résultats sur l'appariement exact

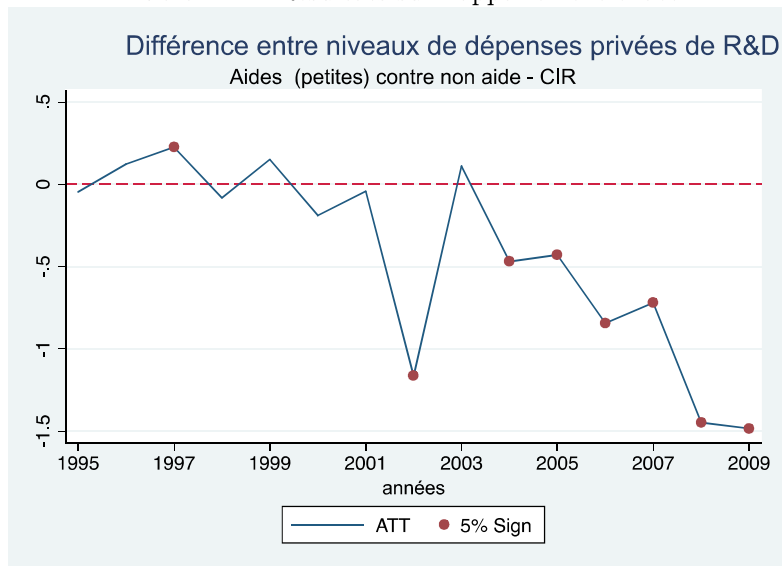


FIGURE 42 – Résultats sur l'appariement exact

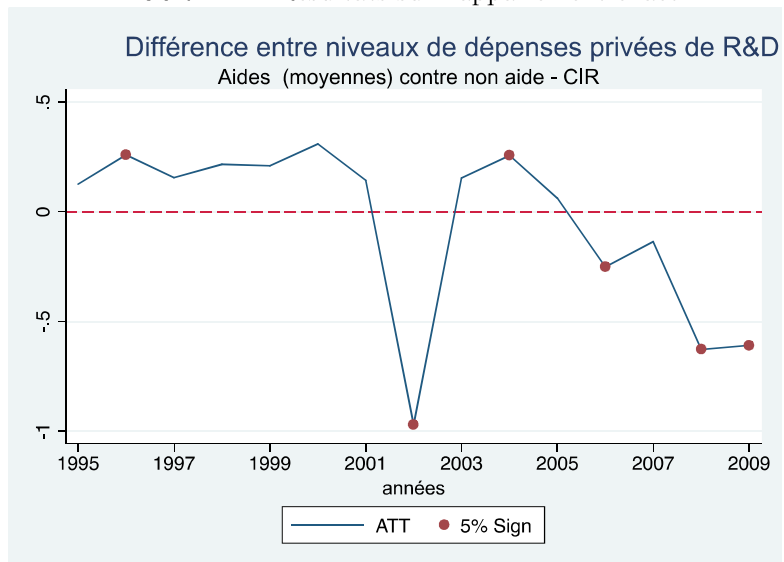


FIGURE 43 – Résultats sur l'appariement exact

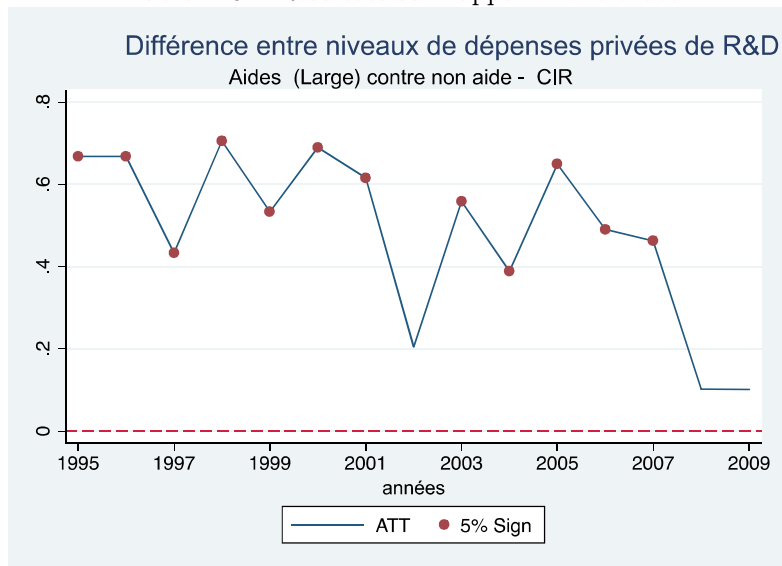


FIGURE 44 – Résultats sur l'appariement exact

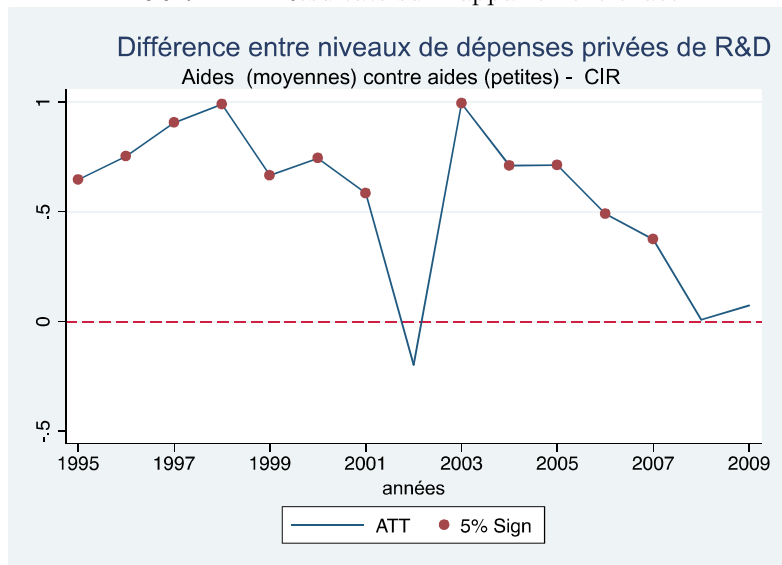


FIGURE 45 – Résultats sur l'appariement exact

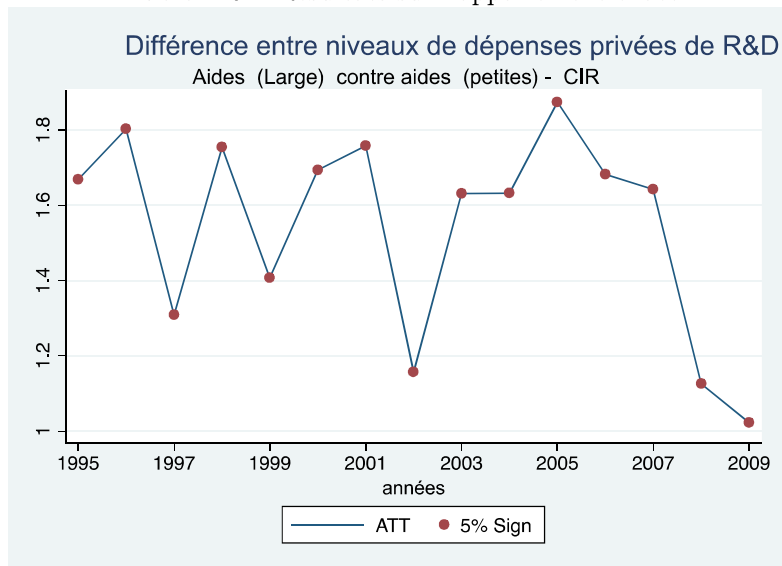


FIGURE 46 – Résultats sur l'appariement exact

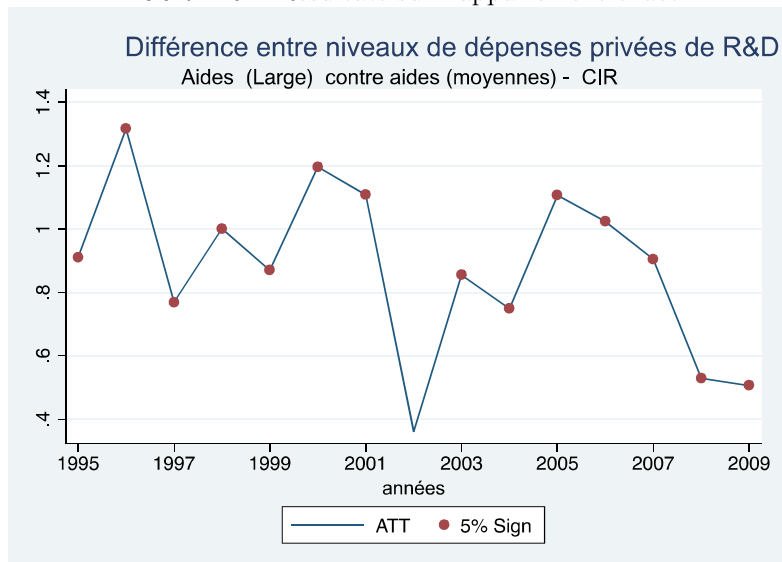


FIGURE 47 – Résultats sur l'appariement exact

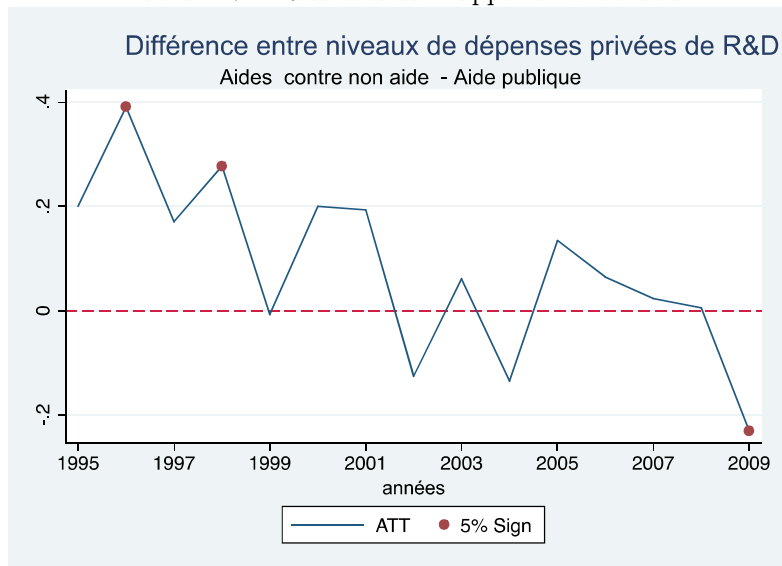


FIGURE 48 – Résultats sur l'appariement exact

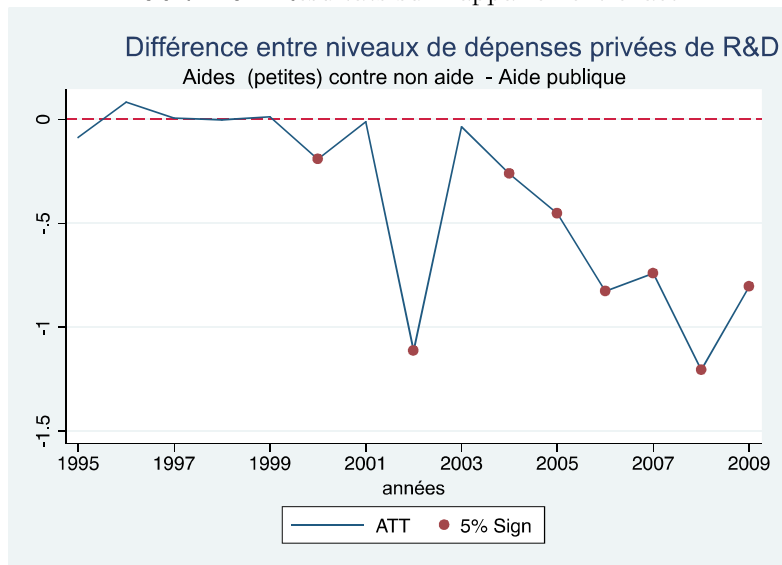


FIGURE 49 – Résultats sur l'appariement exact

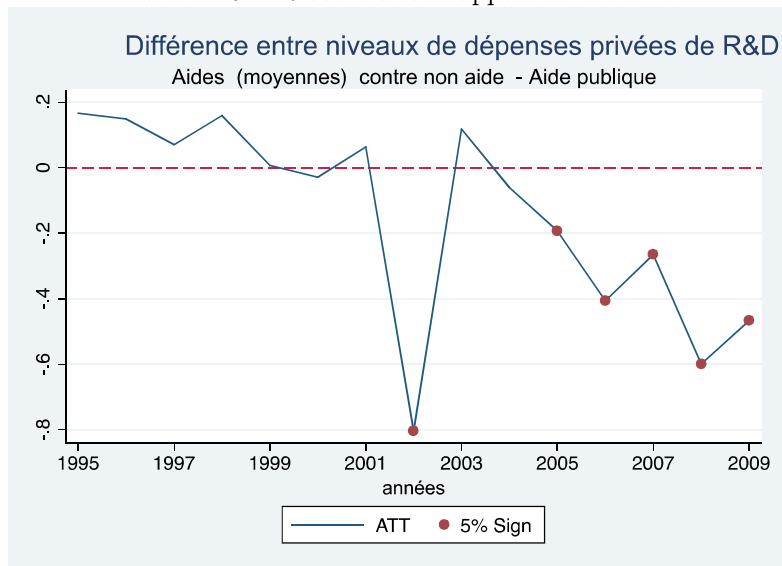


FIGURE 50 – Résultats sur l'appariement exact

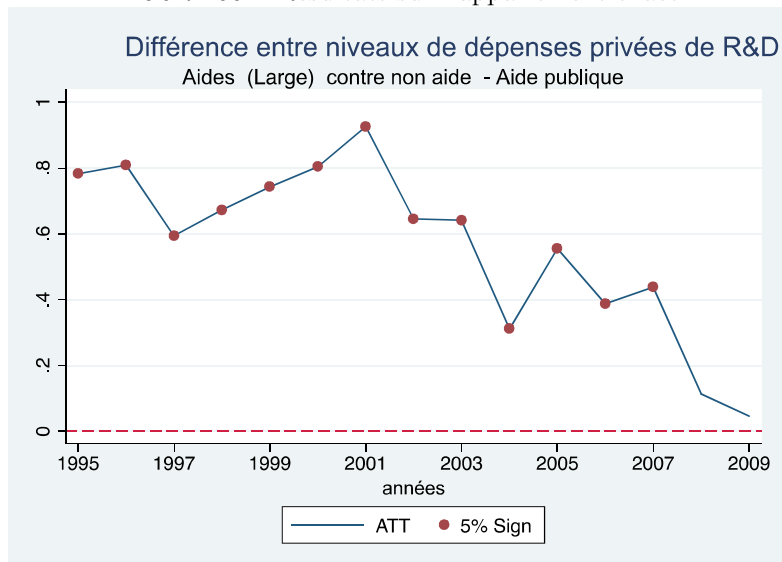


FIGURE 51 – Résultats sur l'appariement exact

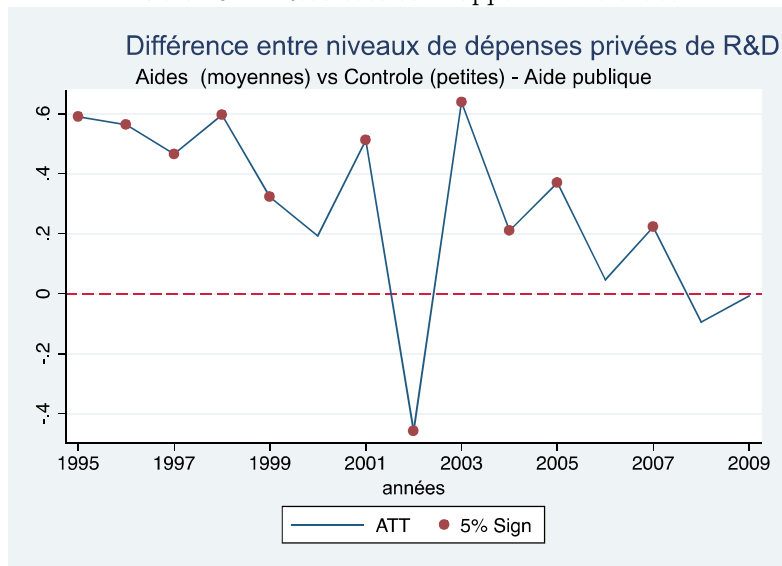
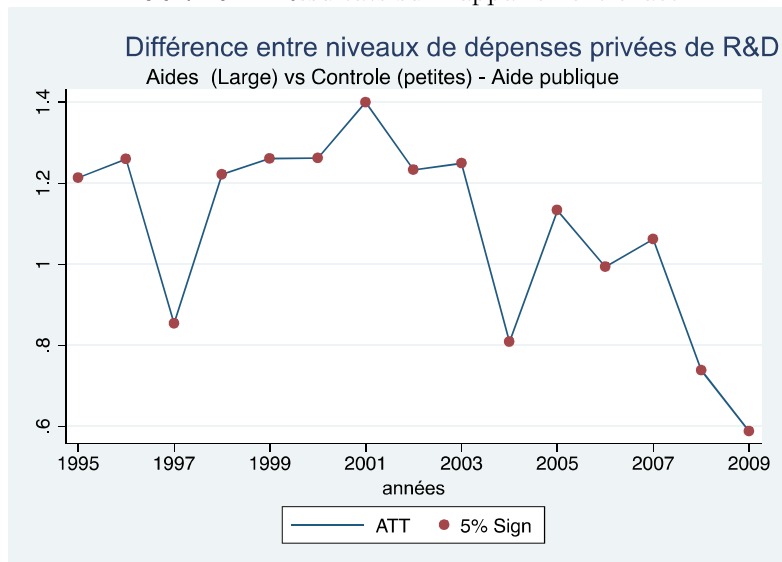


FIGURE 52 – Résultats sur l'appariement exact





## 5.3 TRAITEMENT PAR DOSE

FIGURE 53 – Résultats sur l'appariement exact

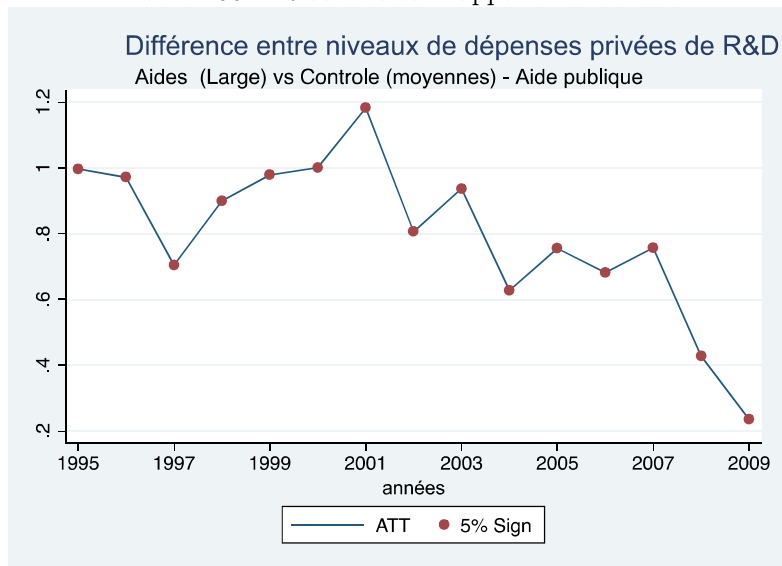


FIGURE 54 – Résultats pour la Dose-Réponse

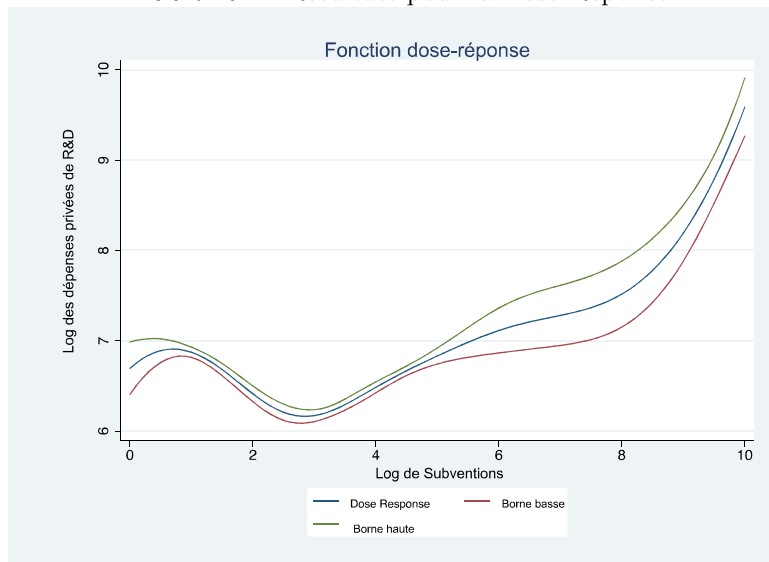


FIGURE 55 – Résultats pour la Dose-Réponse

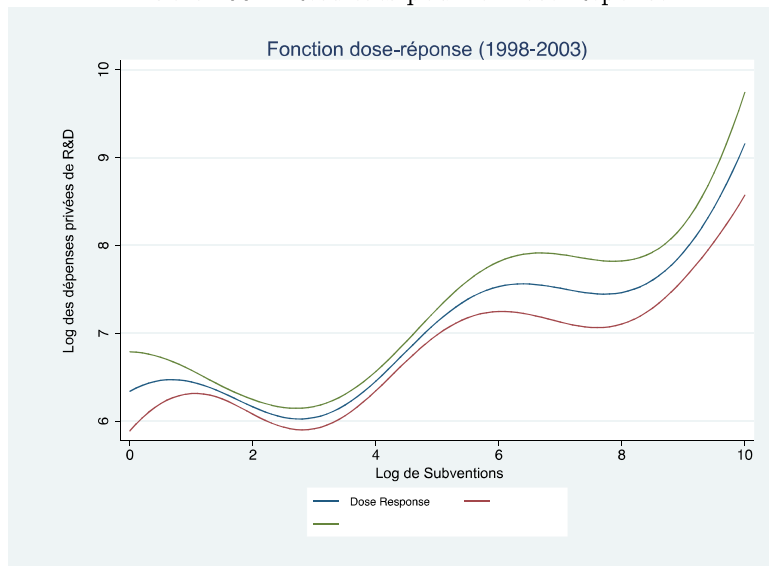


FIGURE 56 – Résultats pour la Dose-Réponse

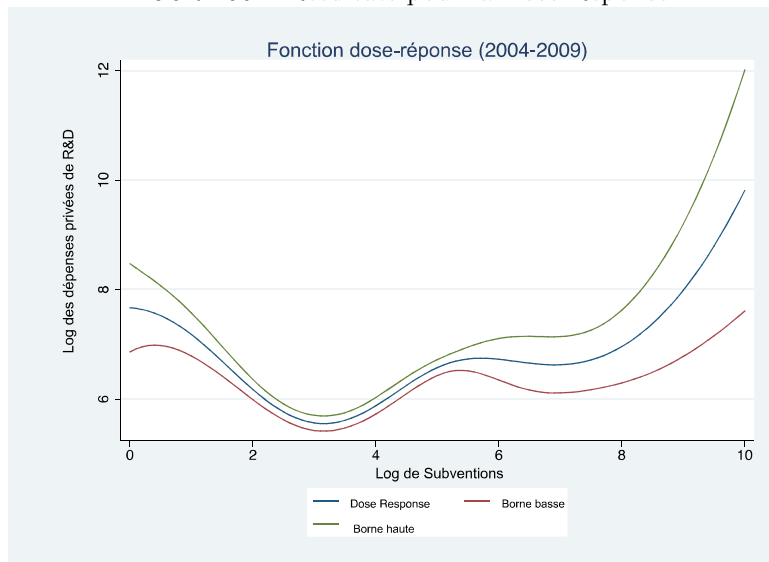


FIGURE 57 – Résultats pour la Dose-Réponse

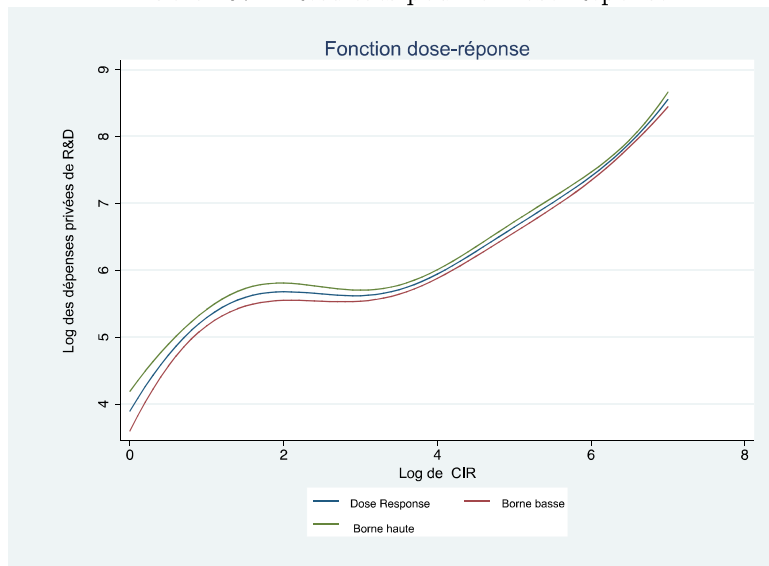


FIGURE 58 – Résultats pour la Dose-Réponse

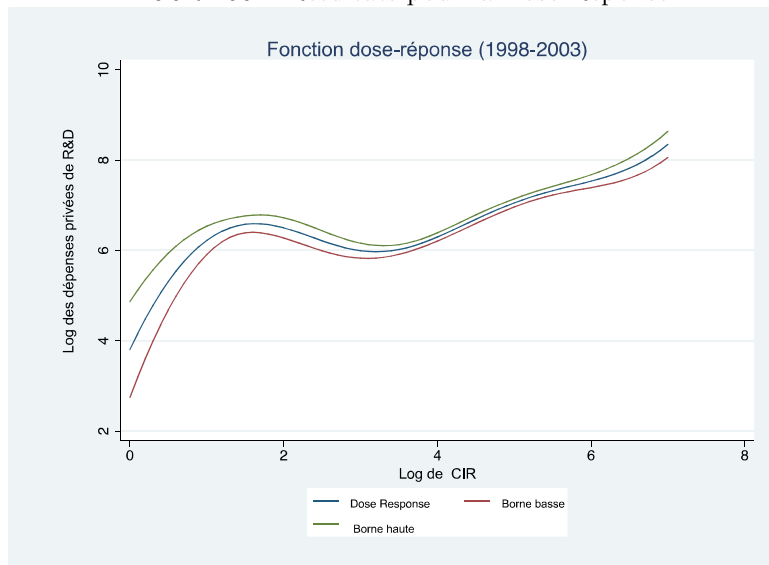


FIGURE 59 – Résultats pour la Dose-Réponse

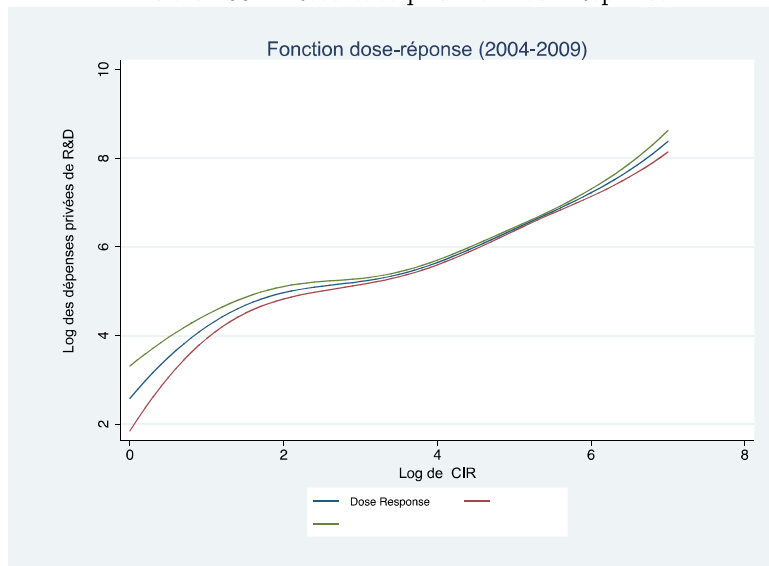


FIGURE 60 – Résultats pour la Dose-Réponse

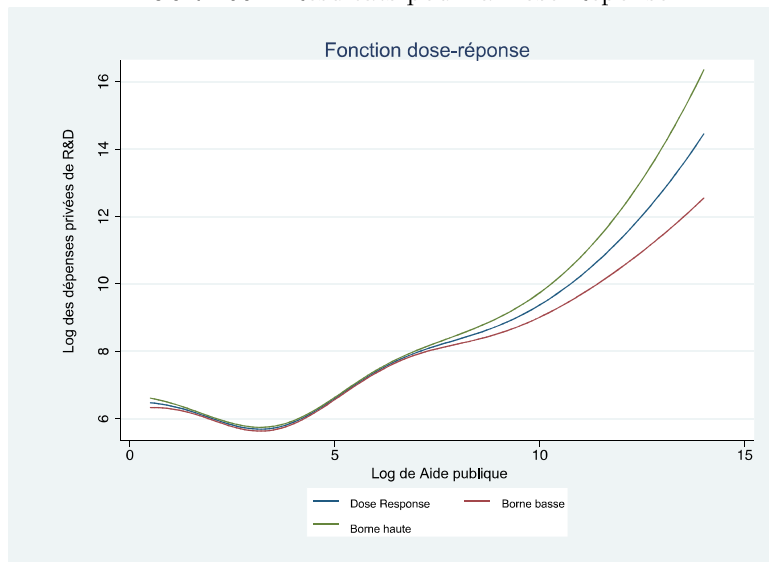


FIGURE 61 – Résultats pour la Dose-Réponse

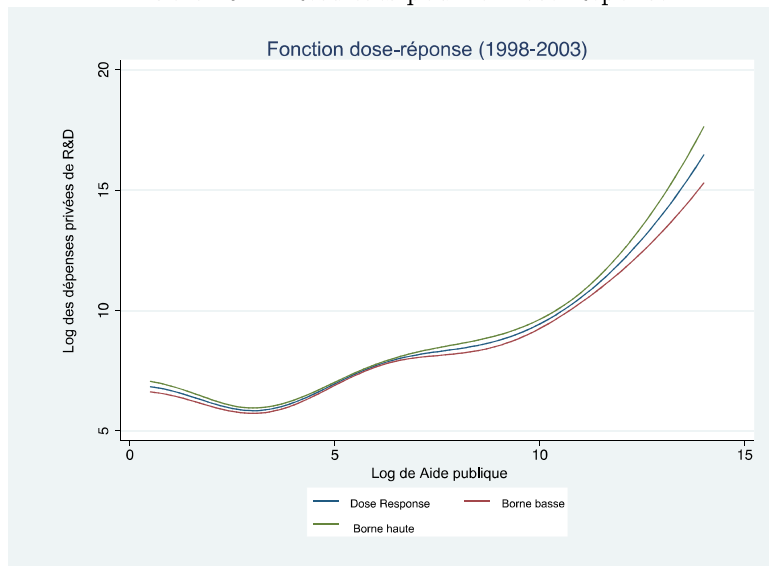
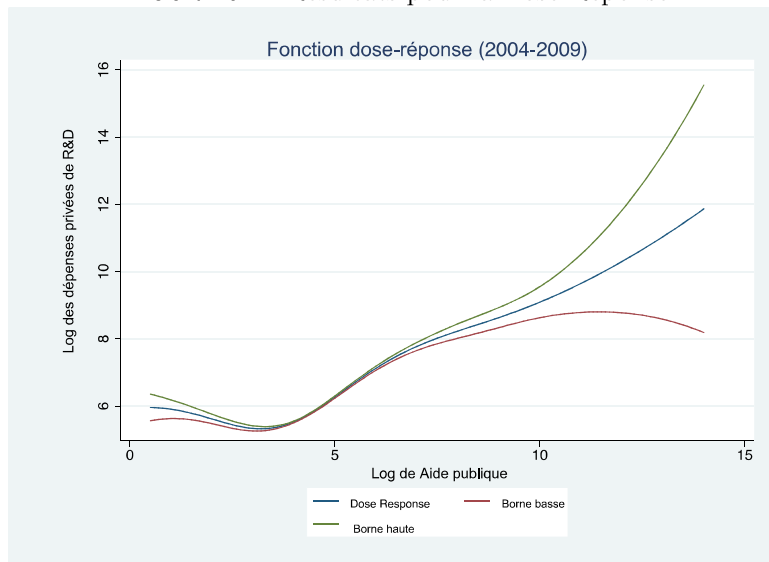


FIGURE 62 – Résultats pour la Dose-Réponse



## 6. TESTS DE ROBUSTESSE

FIGURE 63 – Tests de robustesse : Petites Firmes (Appariement par score de propension)

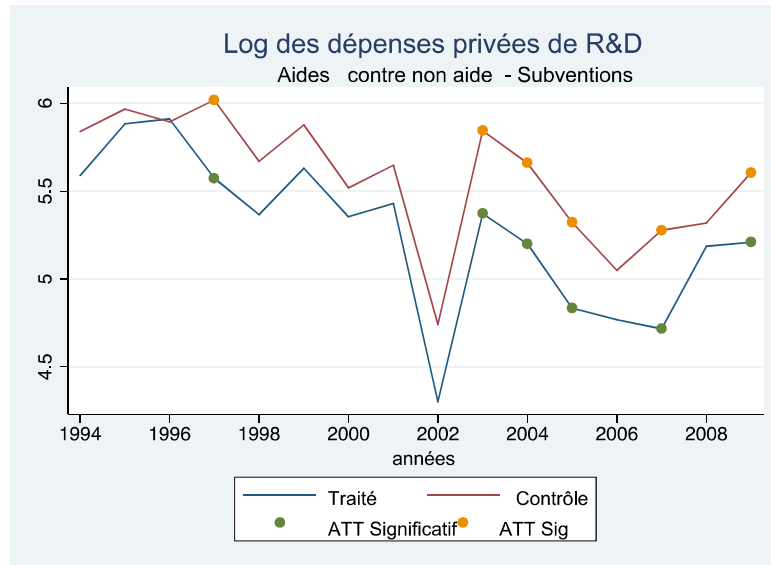


FIGURE 64 – Tests de robustesse : Petites Firmes (Appariement par score de propension)

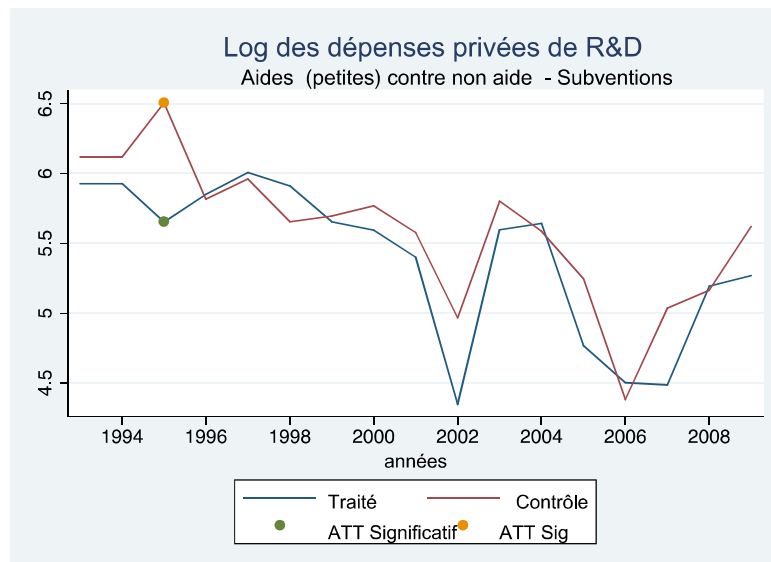




FIGURE 65 – Tests de robustesse : Petites Firmes (Appariement par score de propension)

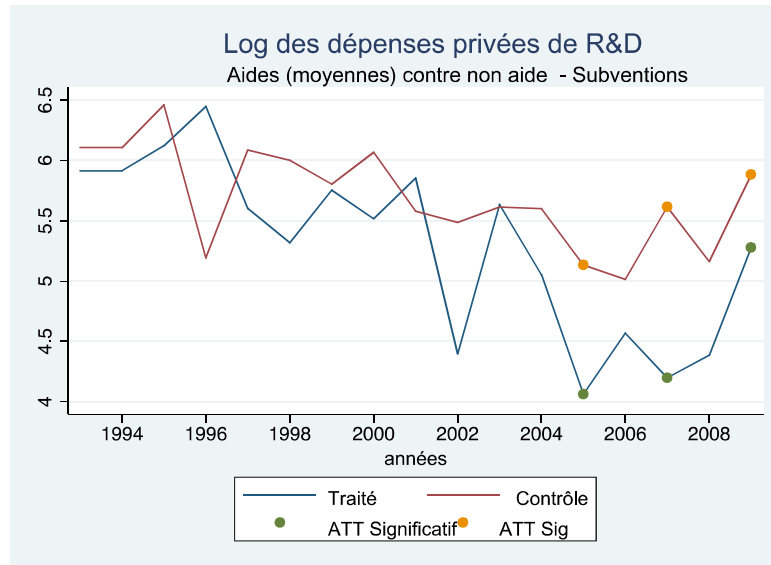


FIGURE 66 – Tests de robustesse : Petites Firmes (Appariement par score de propension)

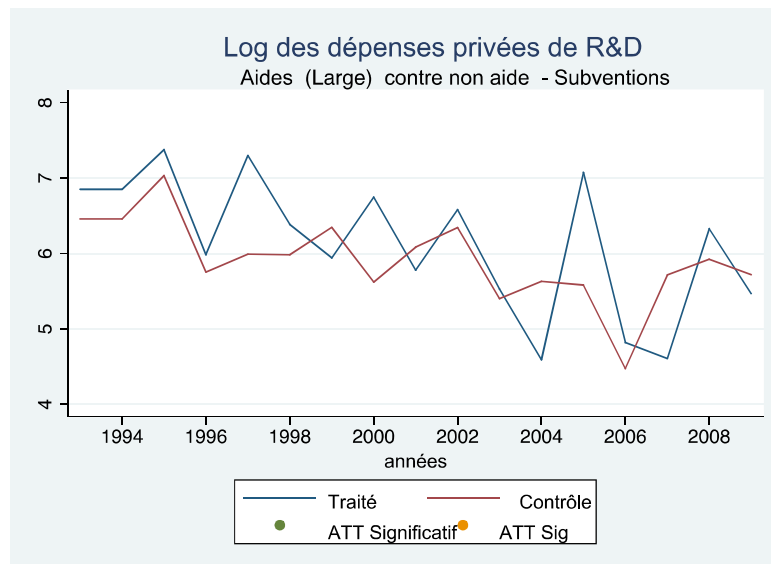


FIGURE 67 – Tests de robustesse : Petites Firmes (Appariement par score de propension)

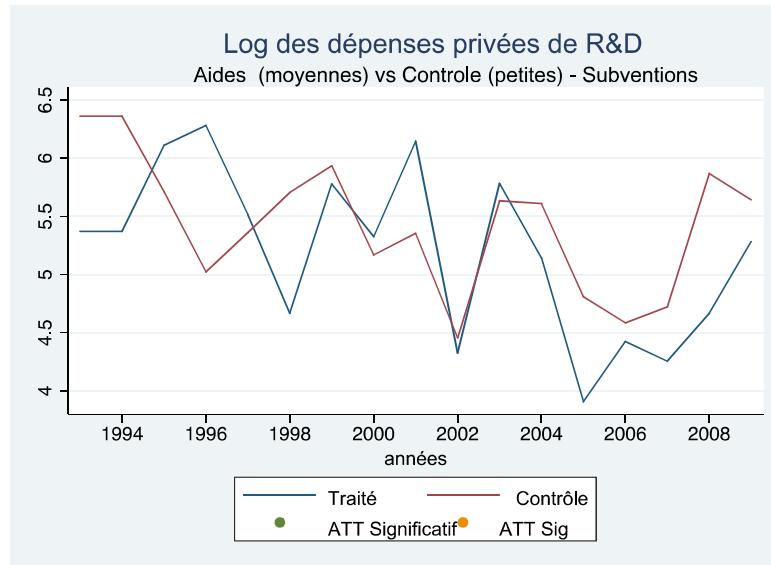


FIGURE 68 – Tests de robustesse : Petites Firmes (Appariement par score de propension)

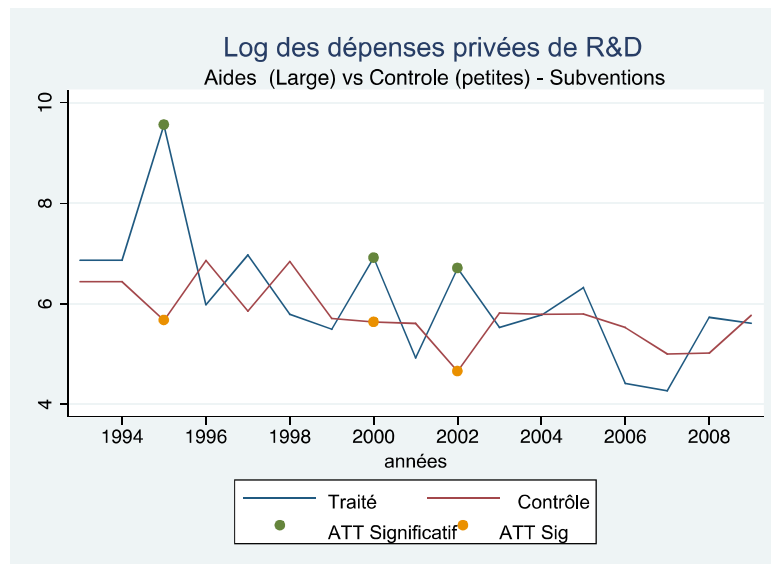


FIGURE 69 – Tests de robustesse : Petites Firmes (Appariement par score de propension)

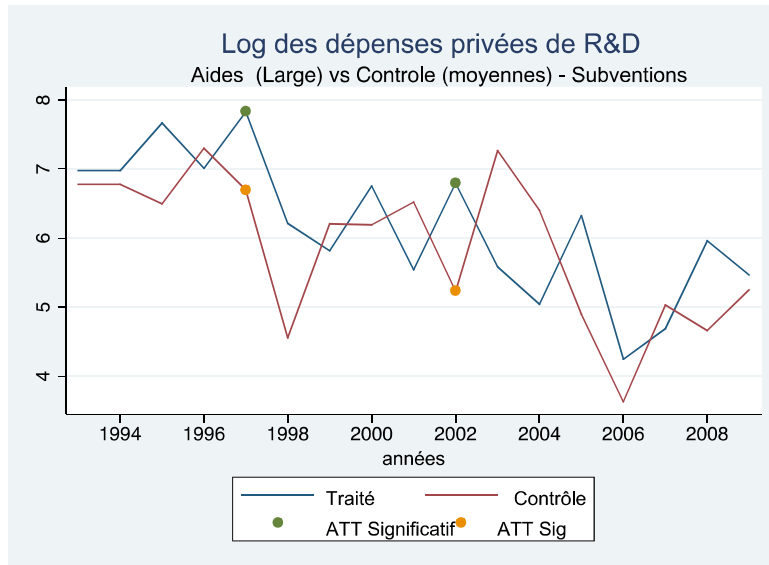


FIGURE 70 – Tests de robustesse : Petites Firmes (Appariement par score de propension)

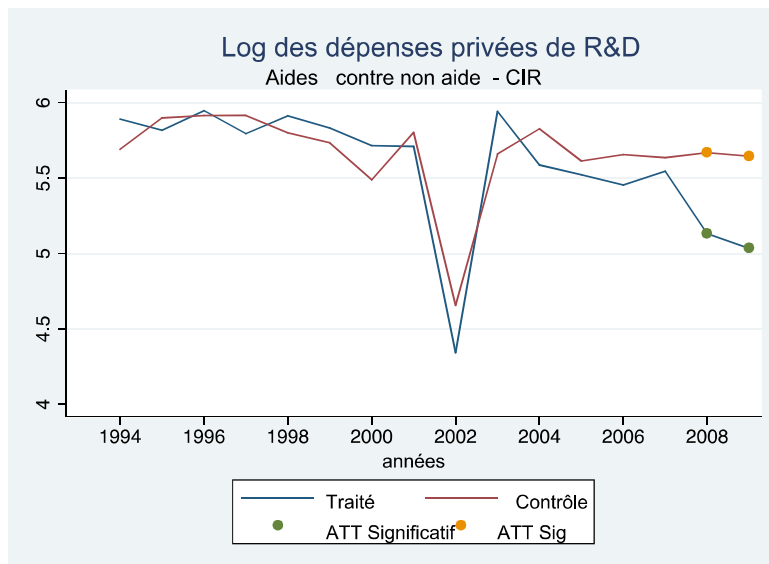


FIGURE 71 – Tests de robustesse : Petites Firmes (Appariement par score de propension)

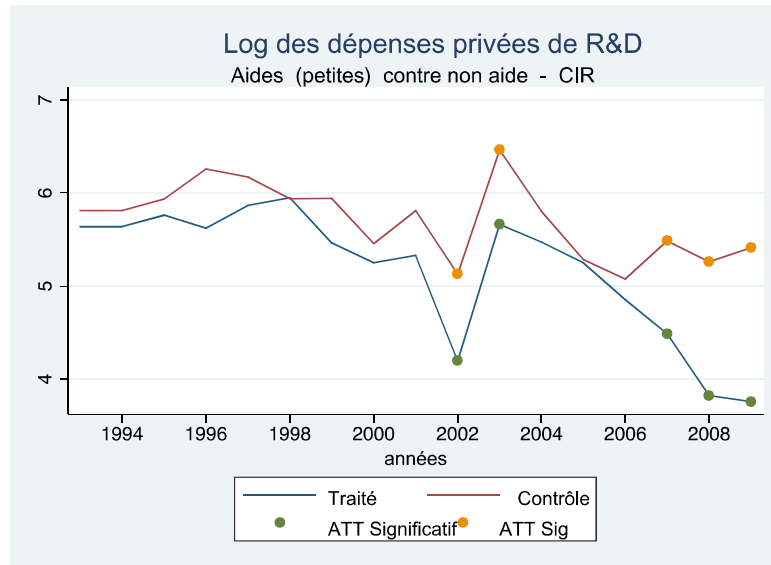


FIGURE 72 – Tests de robustesse : Petites Firmes (Appariement par score de propension)

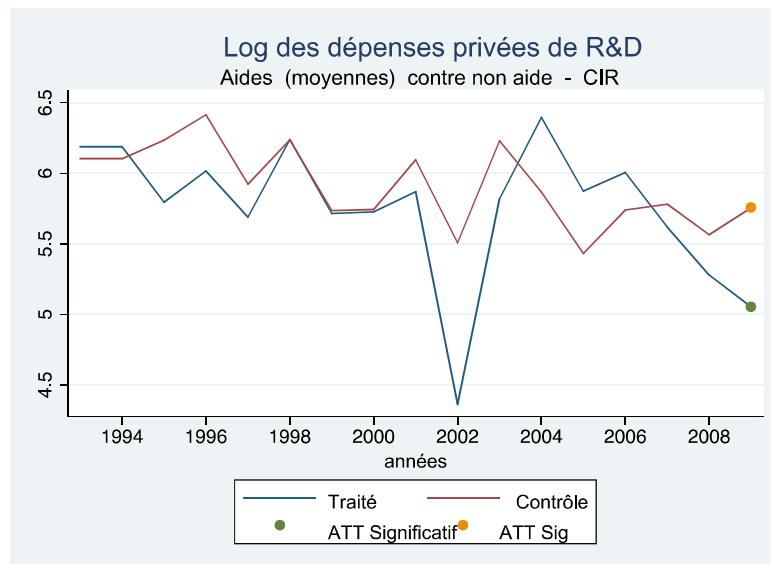


FIGURE 73 – Tests de robustesse : Petites Firmes (Appariement par score de propension)

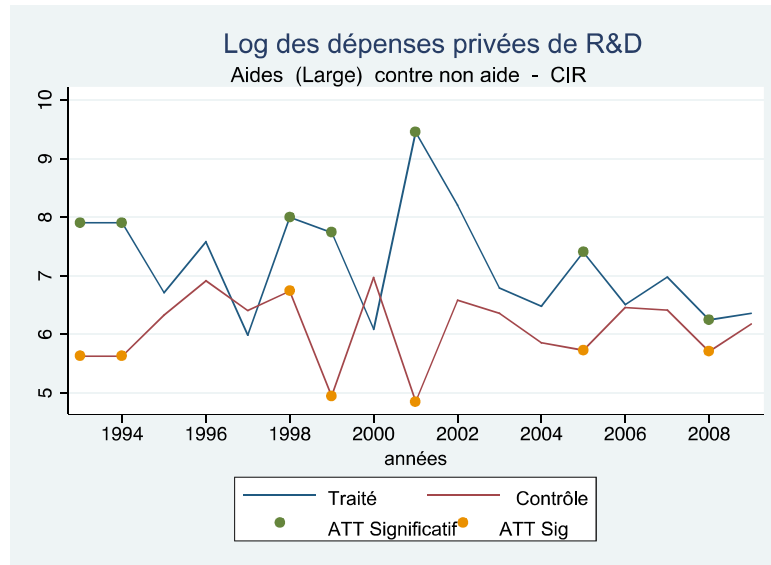


FIGURE 74 – Tests de robustesse : Petites Firmes (Appariement par score de propension)

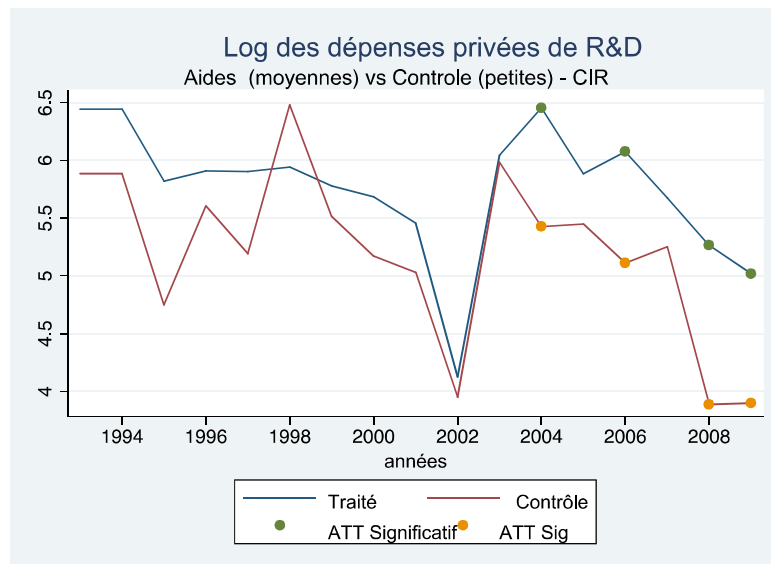


FIGURE 75 – Tests de robustesse : Petites Firmes (Appariement par score de propension)

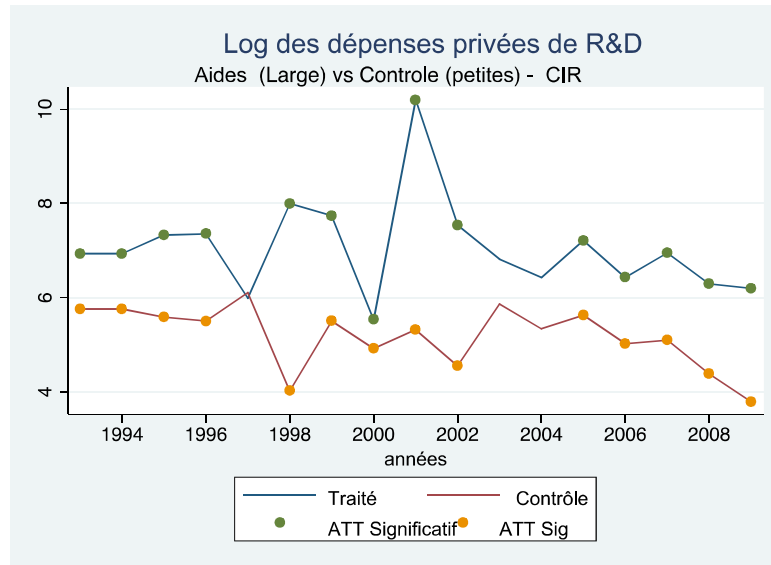


FIGURE 76 – Tests de robustesse : Petites Firmes (Appariement par score de propension)

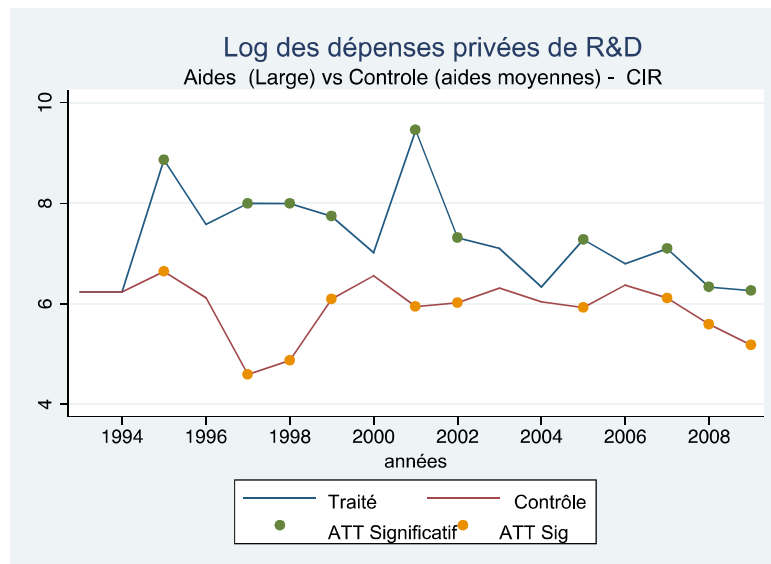


FIGURE 77 – Tests de robustesse : Petites Firmes (Appariement par score de propension)

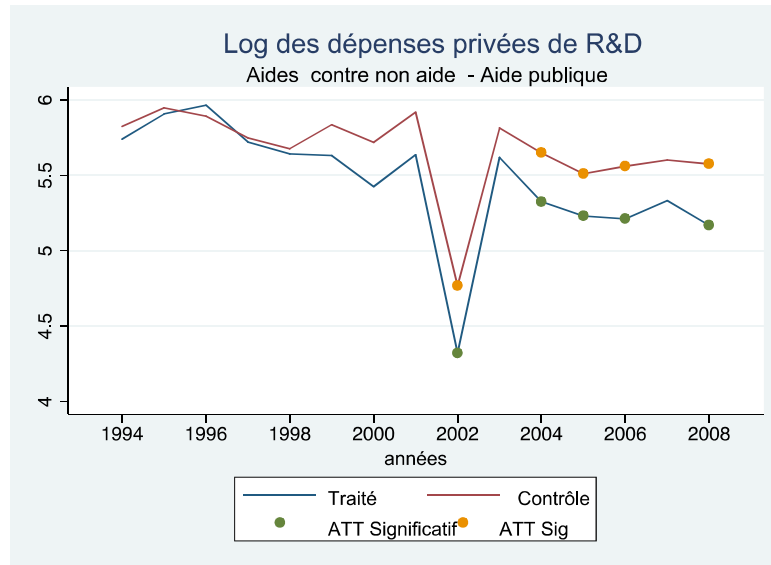


FIGURE 78 – Tests de robustesse : Petites Firmes (Appariement par score de propension)

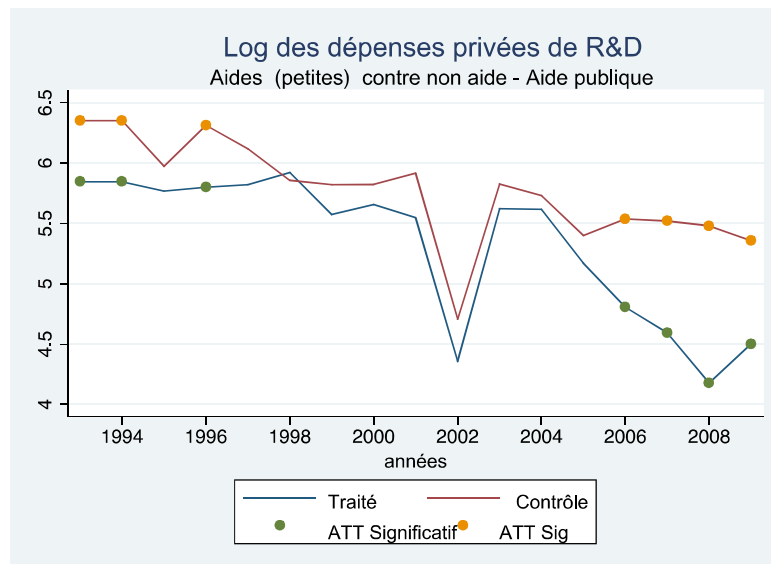


FIGURE 79 – Tests de robustesse : Petites Firmes (Appariement par score de propension)

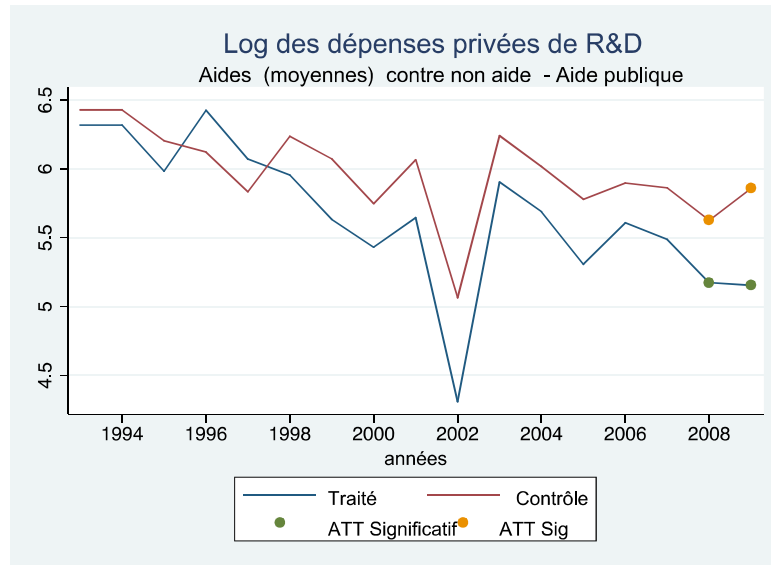


FIGURE 80 – Tests de robustesse : Petites Firmes (Appariement par score de propension)

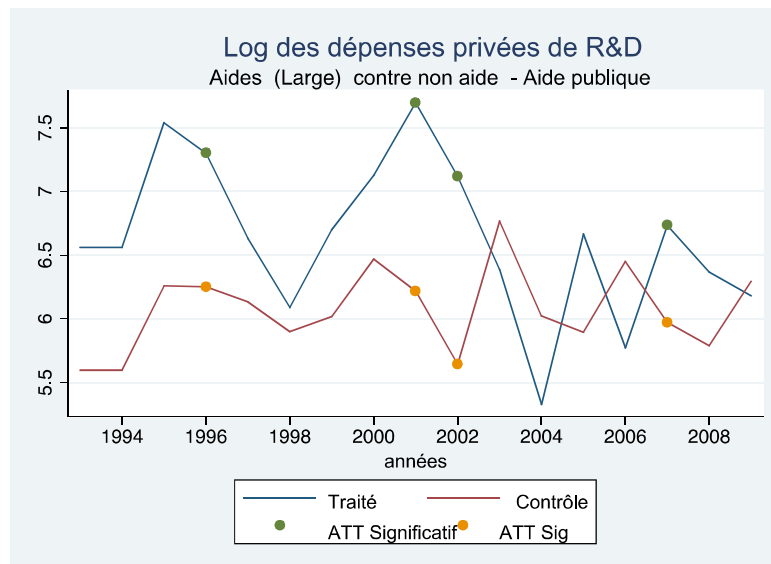




FIGURE 81 – Tests de robustesse : Petites Firmes (Appariement par score de propension)

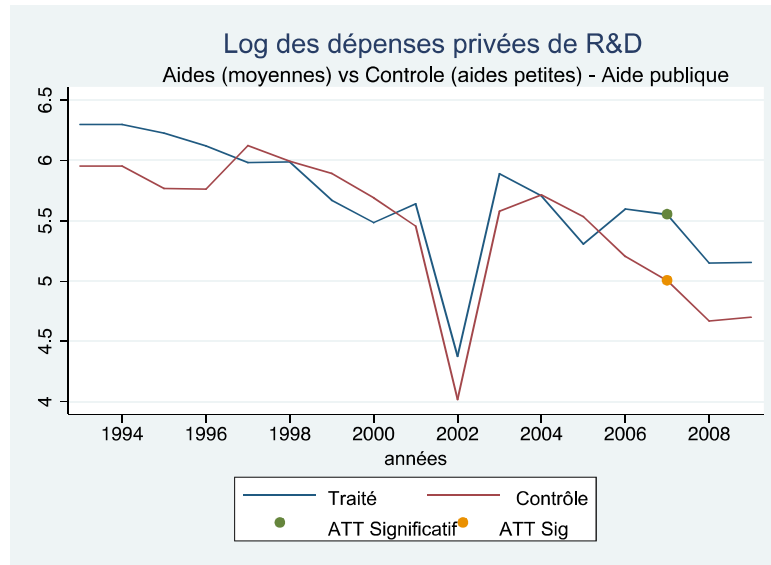


FIGURE 82 – Tests de robustesse : Petites Firmes (Appariement par score de propension)

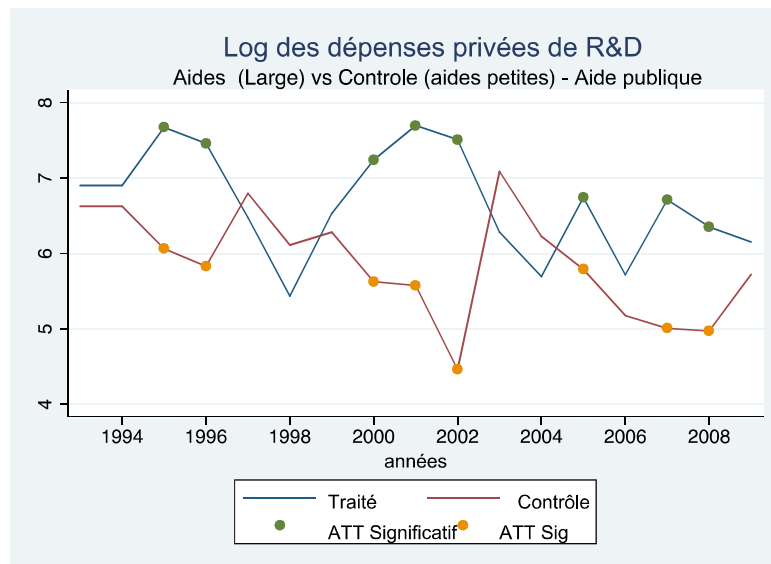


FIGURE 83 – Tests de robustesse : Petites Firmes (Appariement par score de propension)

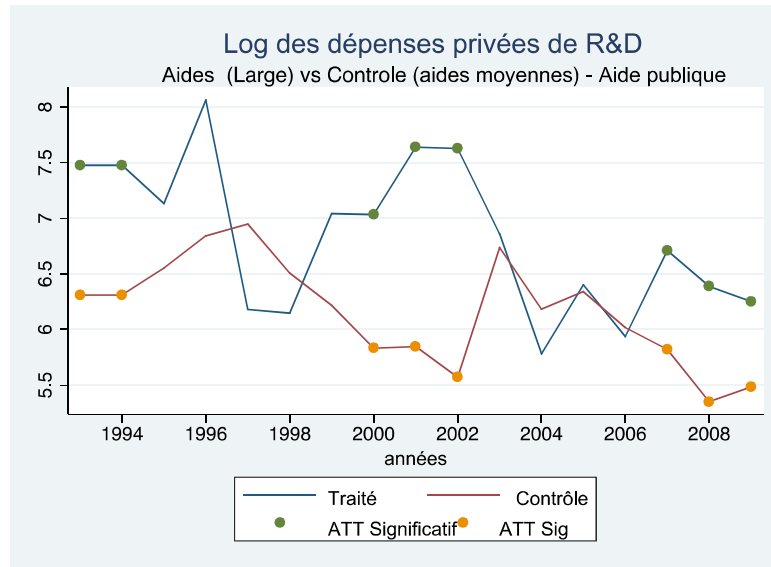


FIGURE 84 – Tests de robustesse : Petites Firmes (Appariement continu)

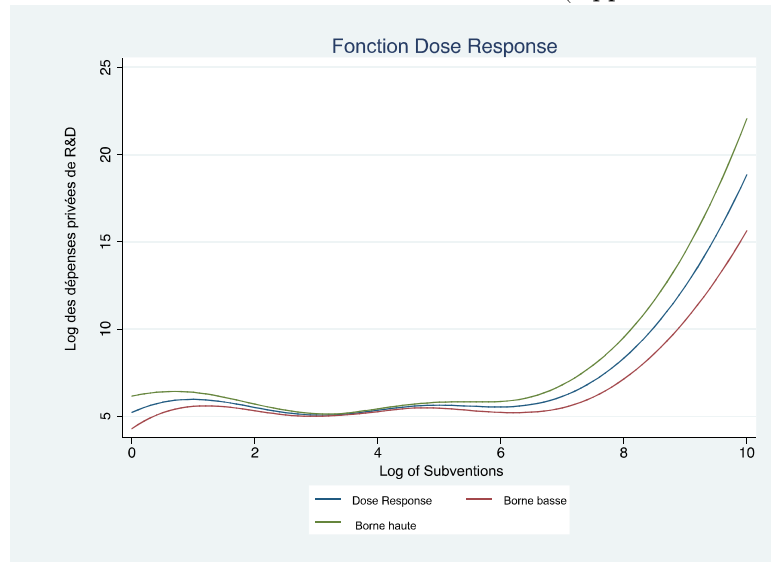


FIGURE 85 – Tests de robustesse : Petites Firmes (Appariement continu)

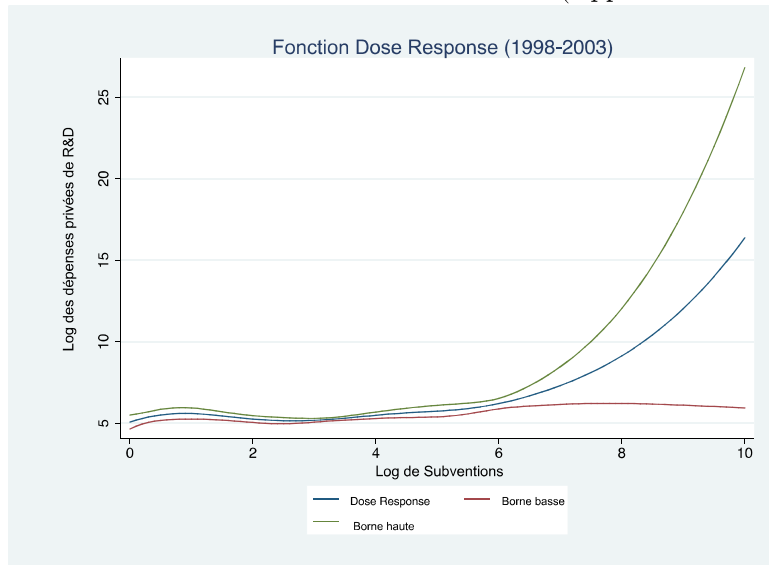


FIGURE 86 – Tests de robustesse : Petites Firmes (Appariement continu)

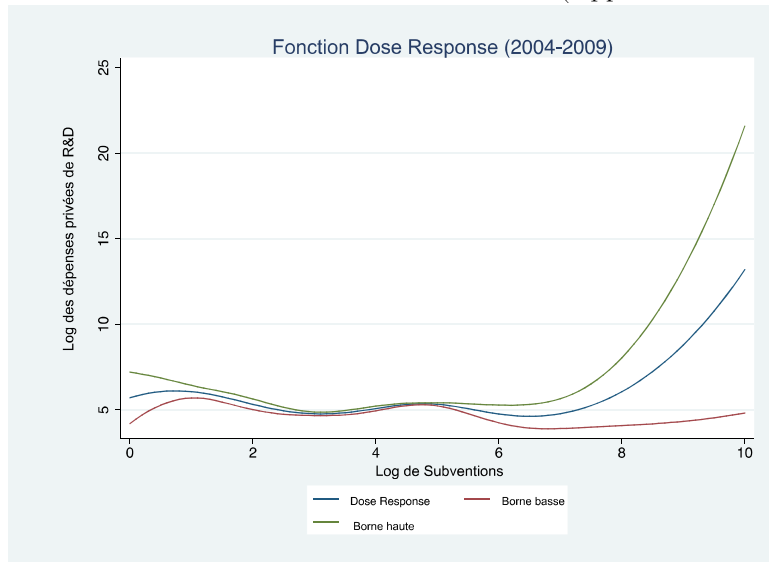


FIGURE 87 – Tests de robustesse : Petites Firmes (Appariement continu)

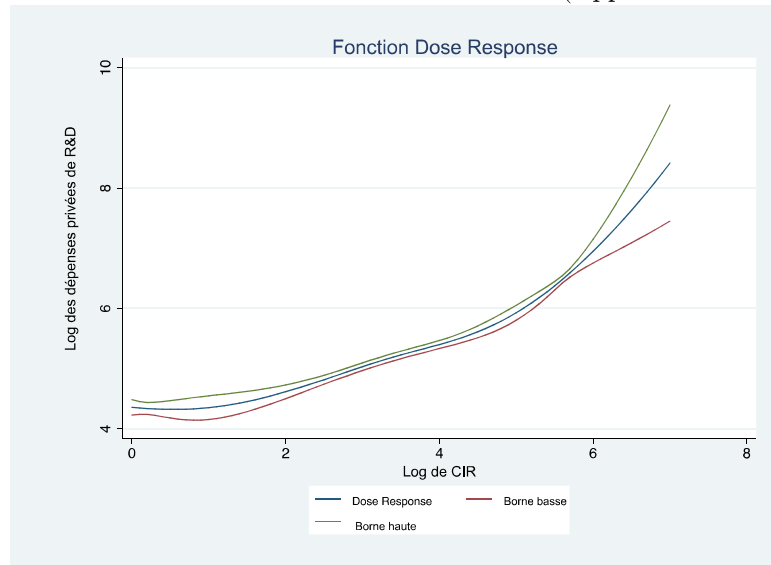


FIGURE 88 – Tests de robustesse : Petites Firmes (Appariement continu)

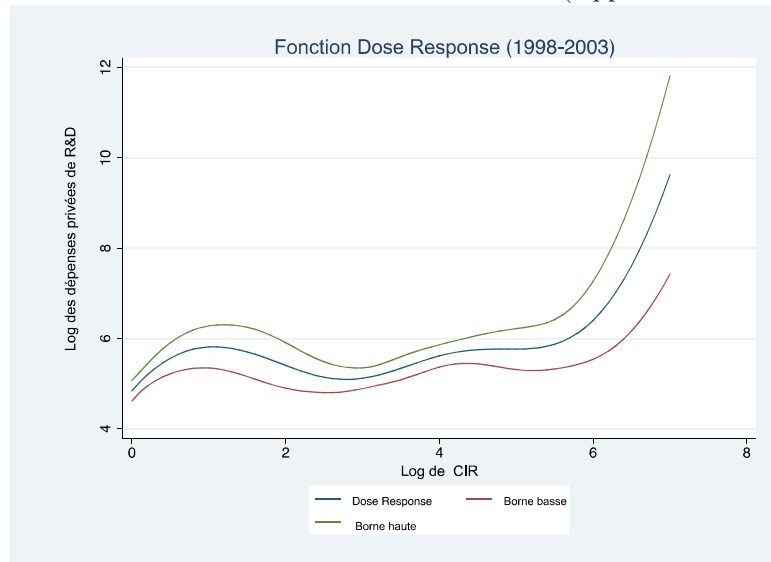


FIGURE 89 – Tests de robustesse : Petites Firmes (Appariement continu)

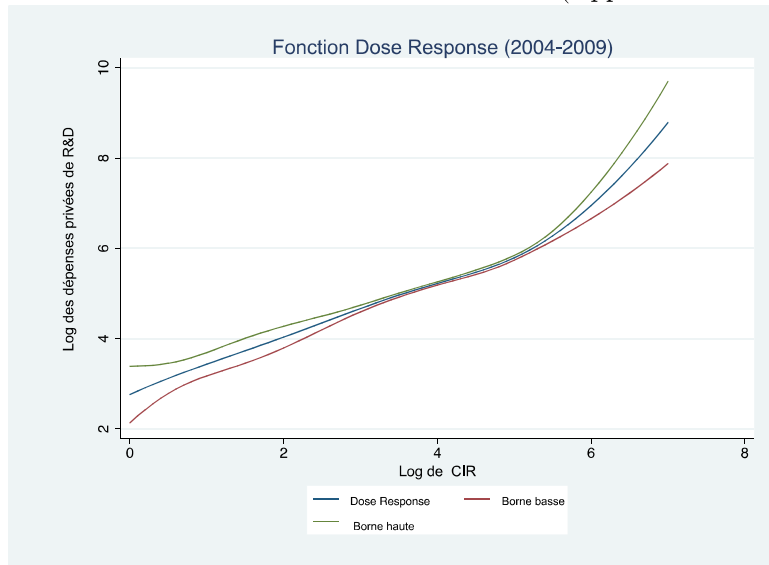


FIGURE 90 – Tests de robustesse : Petites Firmes (Appariement continu)

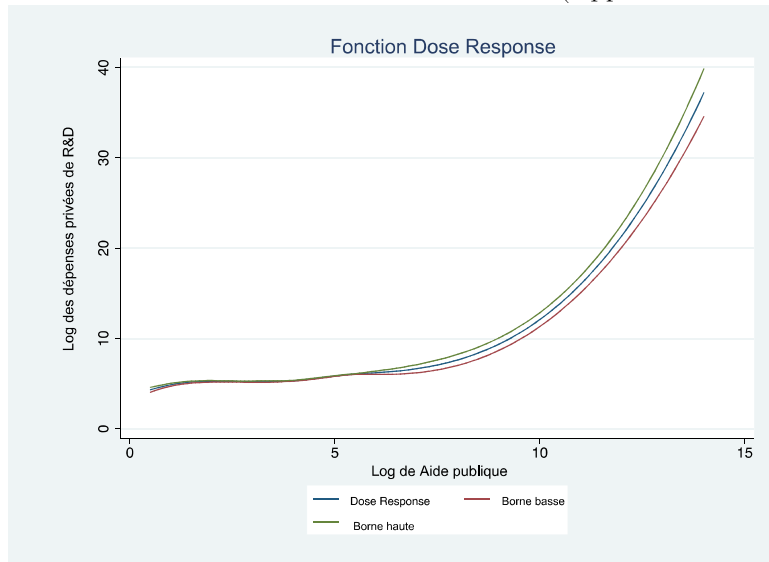


FIGURE 91 – Tests de robustesse : Petites Firmes (Appariement continu)

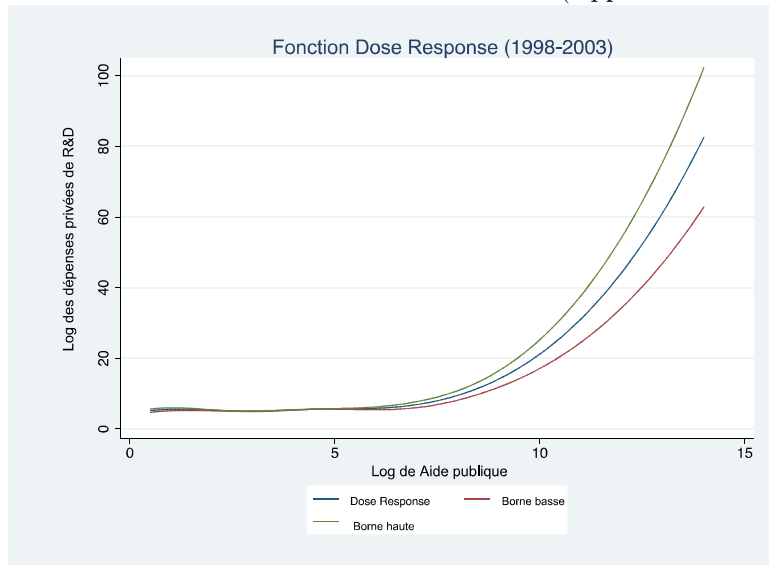


FIGURE 92 – Tests de robustesse : Petites Firmes (Appariement continu)

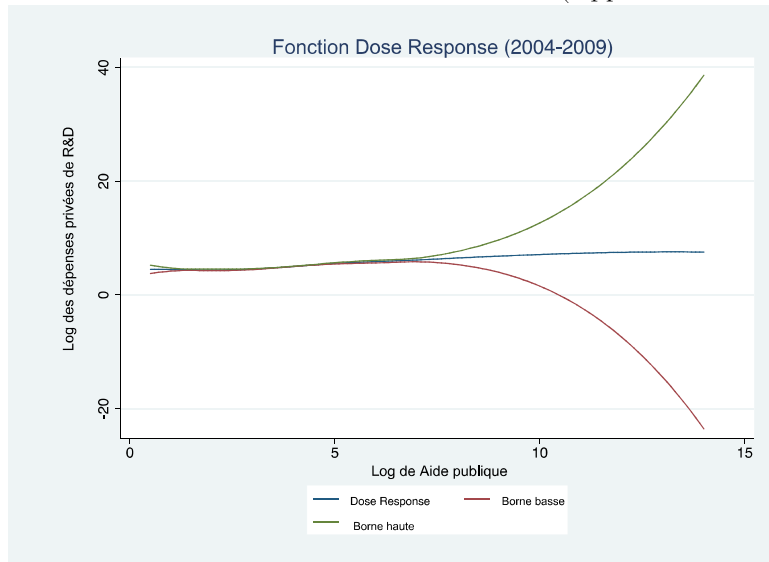


FIGURE 93 – Tests de robustesse : Grandes entreprises (Appariement par score de propension)

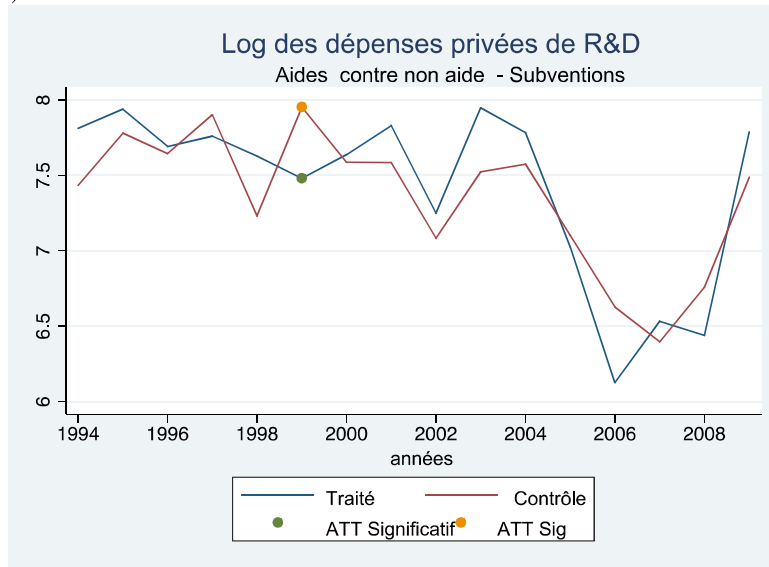


FIGURE 94 – Tests de robustesse : Grandes entreprises (Appariement par score de propension)

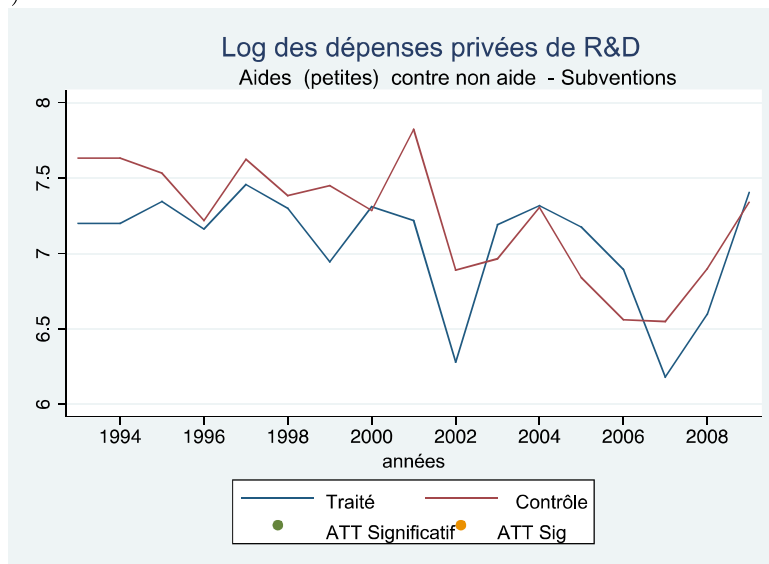


FIGURE 95 – Tests de robustesse : Grandes entreprises (Appariement par score de propension)

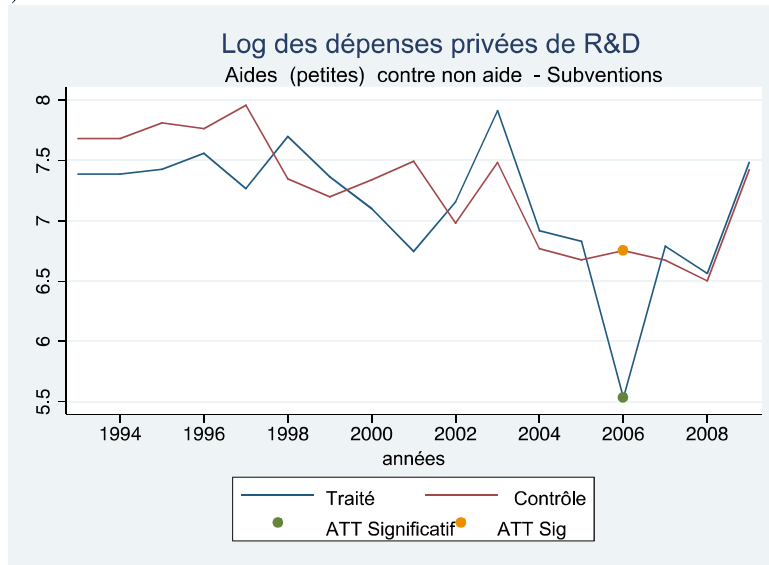


FIGURE 96 – Tests de robustesse : Grandes entreprises (Appariement par score de propension)

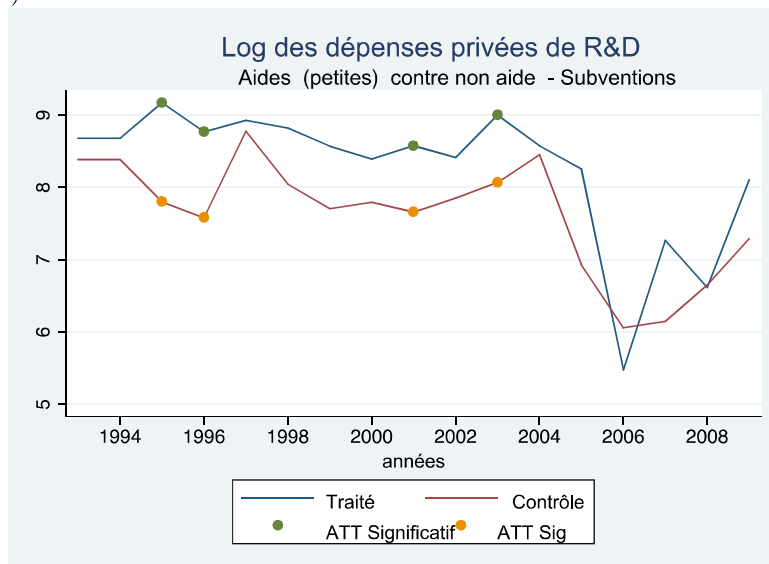




FIGURE 97 – Tests de robustesse : Grandes entreprises (Appariement par score de propension)

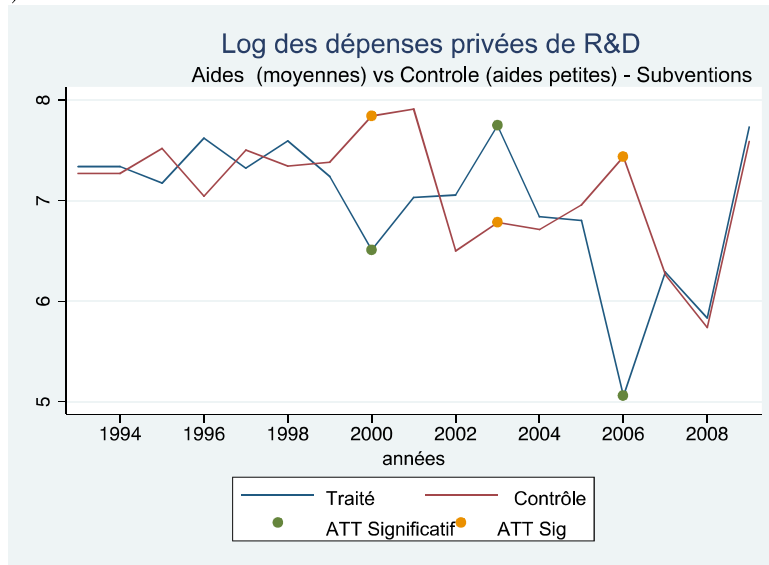


FIGURE 98 – Tests de robustesse : Grandes entreprises (Appariement par score de propension)

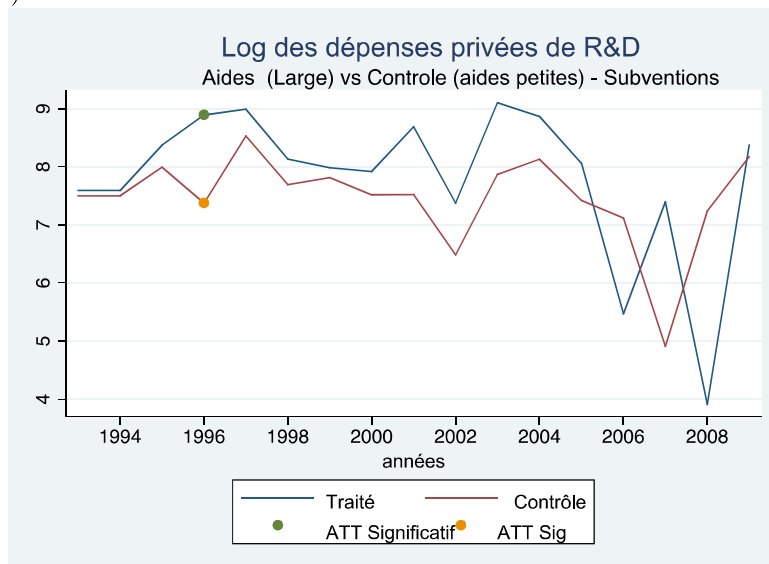


FIGURE 99 – Tests de robustesse : Grandes entreprises (Appariement par score de propension)

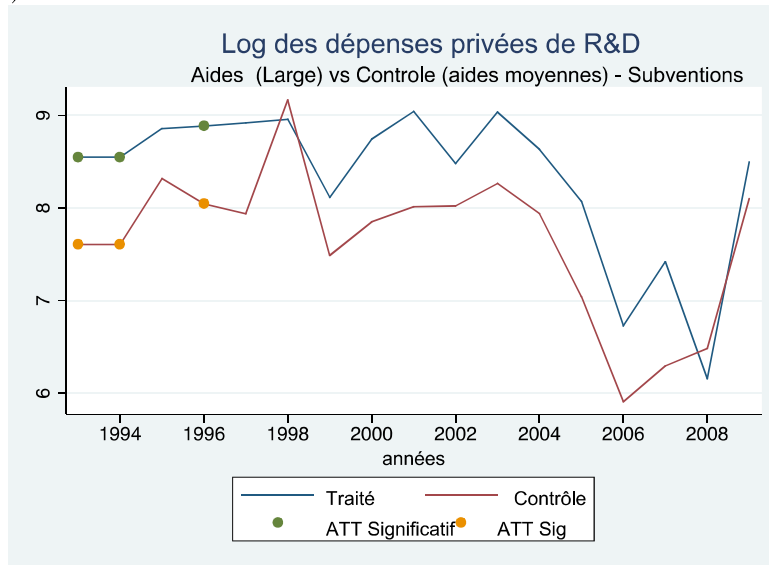


FIGURE 100 – Tests de robustesse : Grandes entreprises (Appariement par score de propension)

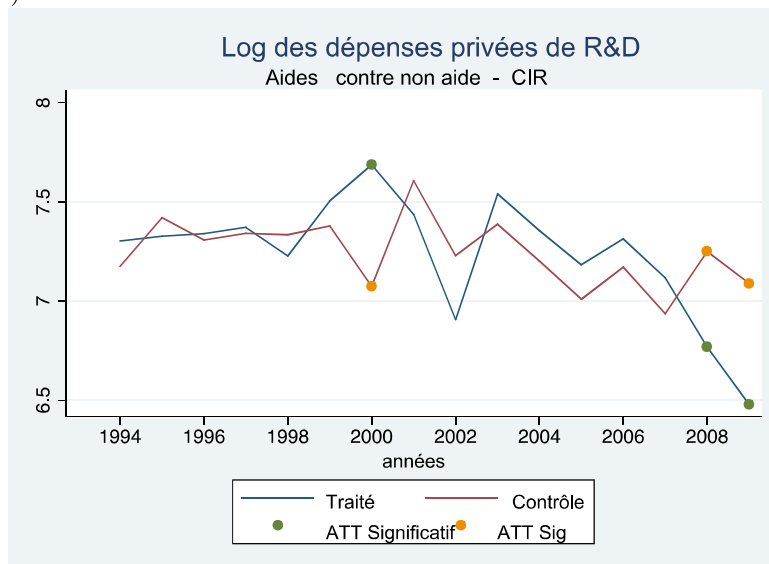


FIGURE 101 – Tests de robustesse : Grandes entreprises (Appariement par score de propension)

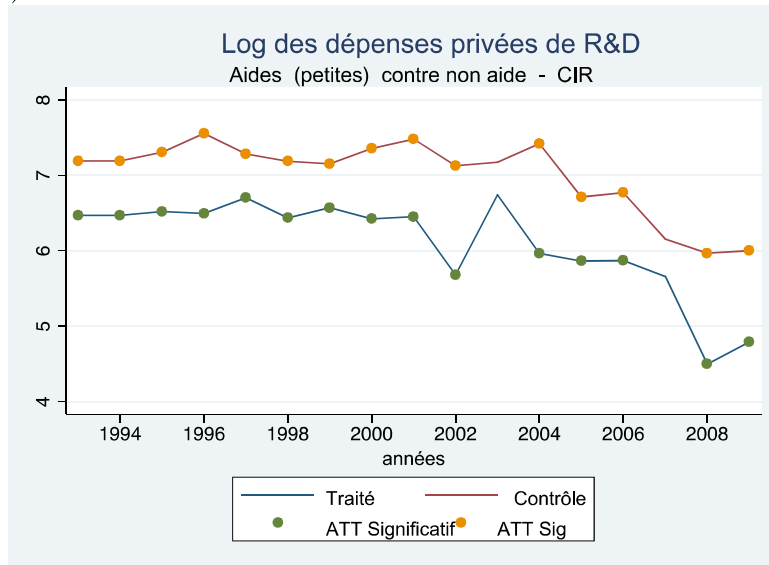


FIGURE 102 – Tests de robustesse : Grandes entreprises (Appariement par score de propension)

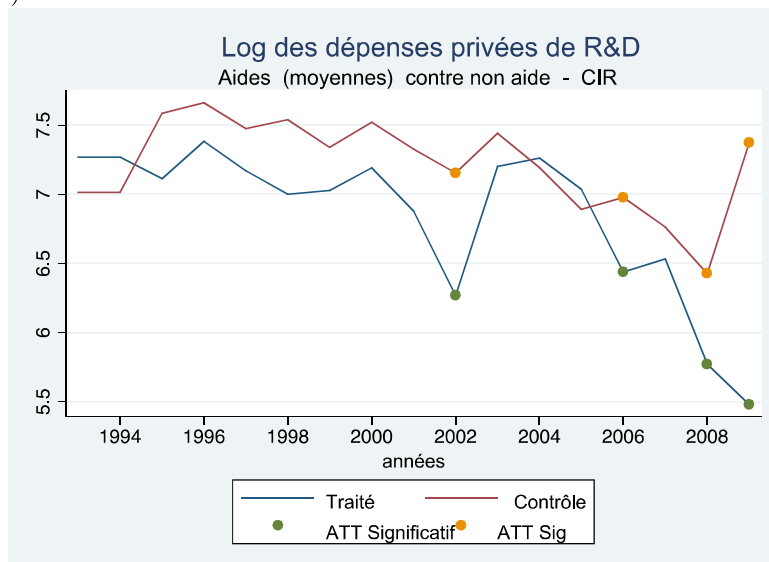


FIGURE 103 – Tests de robustesse : Grandes entreprises (Appariement par score de propension)

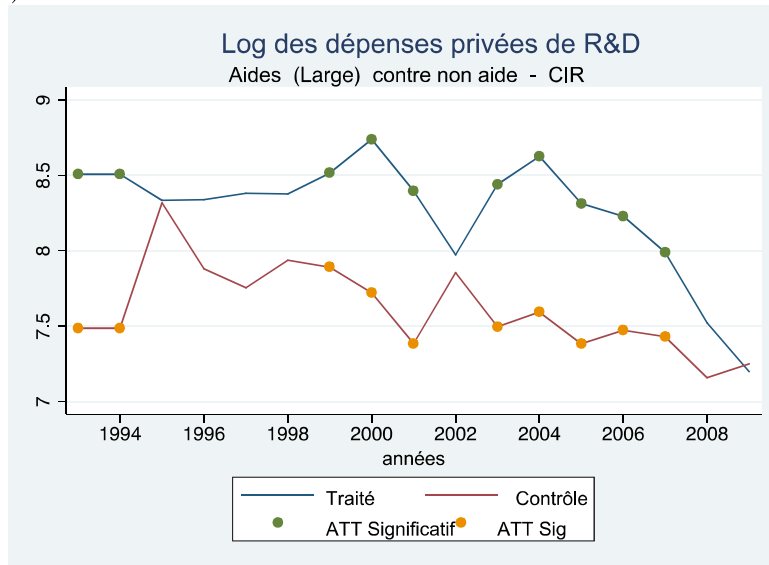


FIGURE 104 – Tests de robustesse : Grandes entreprises (Appariement par score de propension)

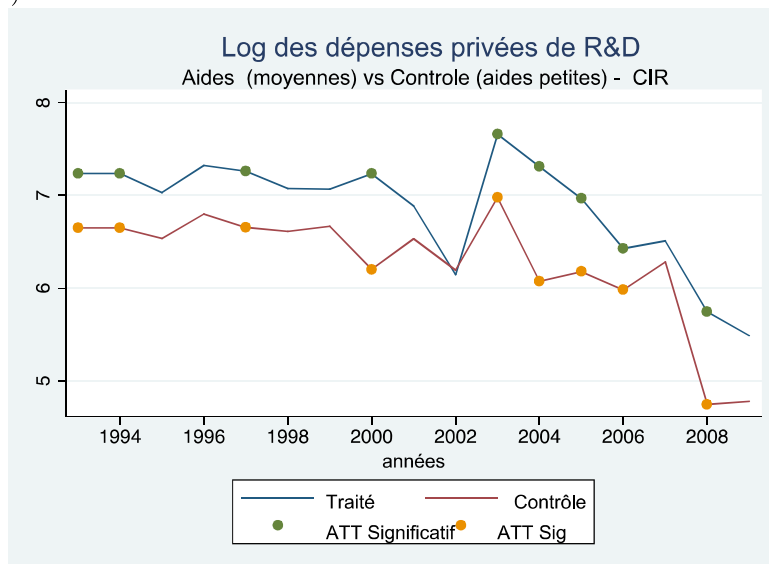


FIGURE 105 – Tests de robustesse : Grandes entreprises (Appariement par score de propension)

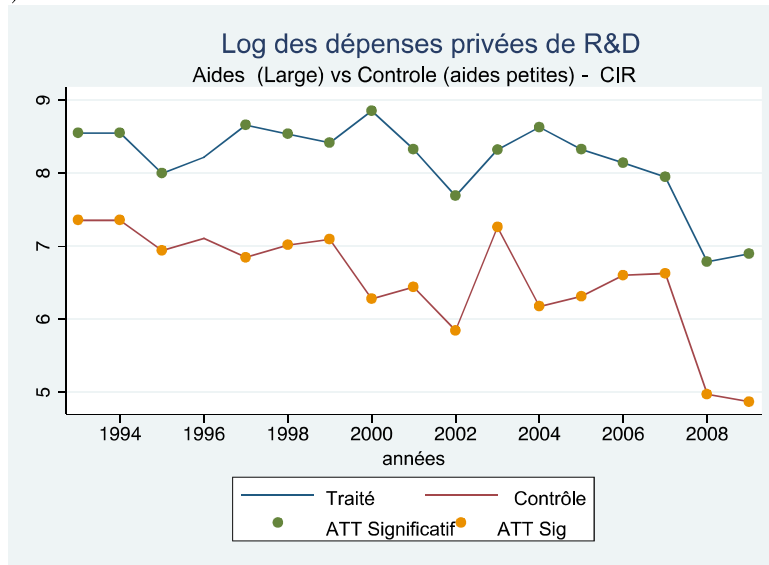


FIGURE 106 – Tests de robustesse : Grandes entreprises (Appariement par score de propension)

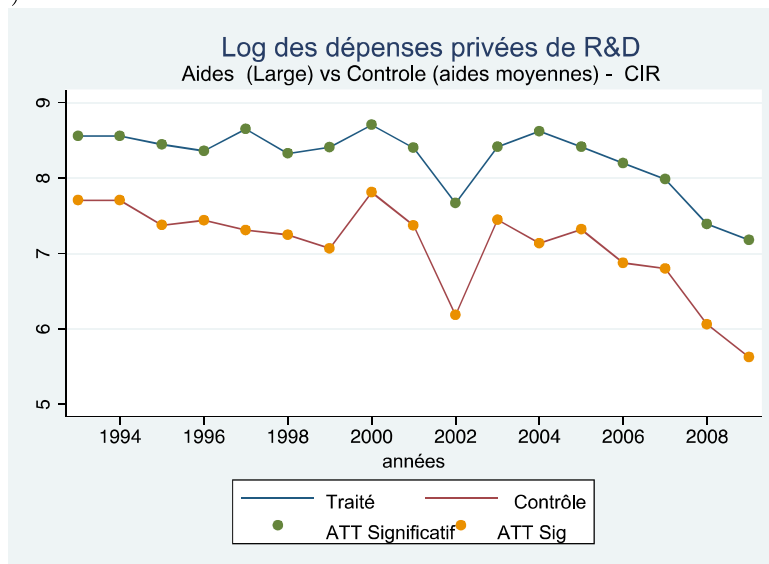


FIGURE 107 – Tests de robustesse : Grandes entreprises (Appariement par score de propension)

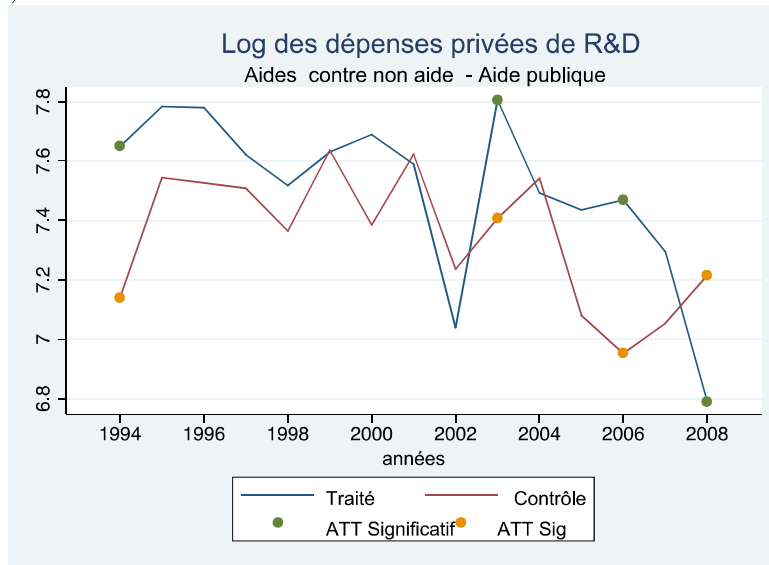


FIGURE 108 – Tests de robustesse : Grandes entreprises (Appariement par score de propension)

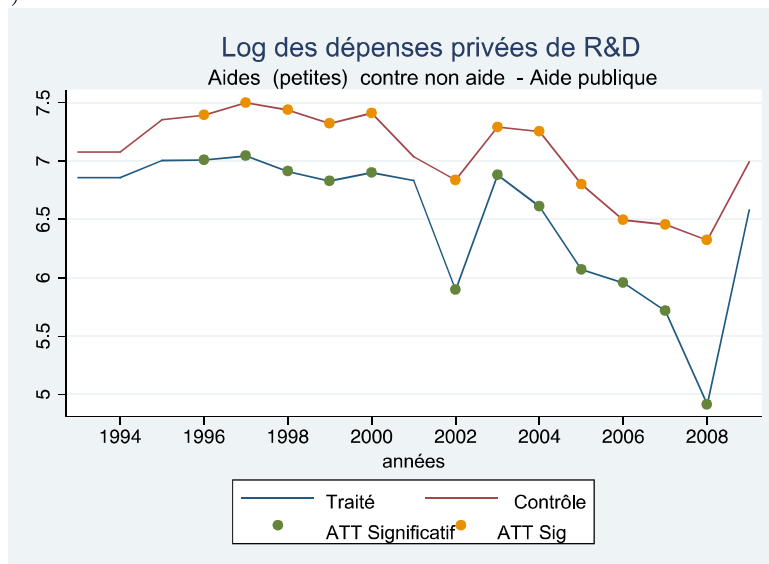


FIGURE 109 – Tests de robustesse : Grandes entreprises (Appariement par score de propension)

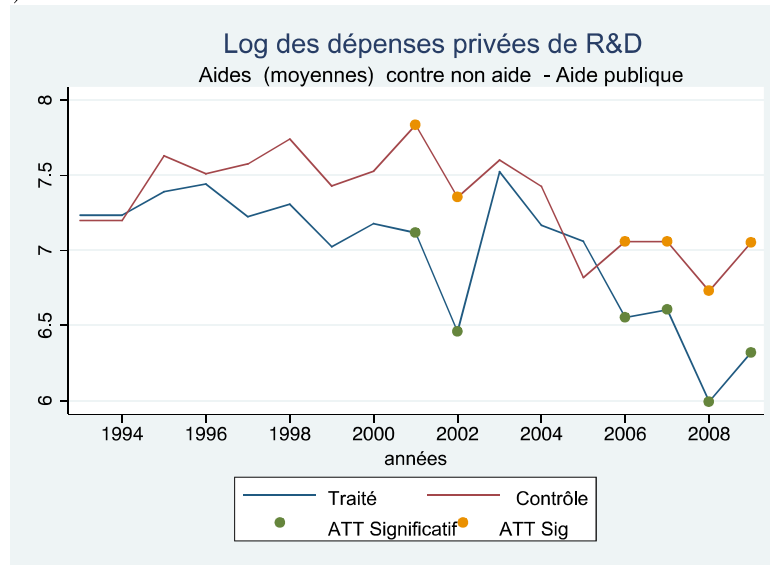


FIGURE 110 – Tests de robustesse : Grandes entreprises (Appariement par score de propension)

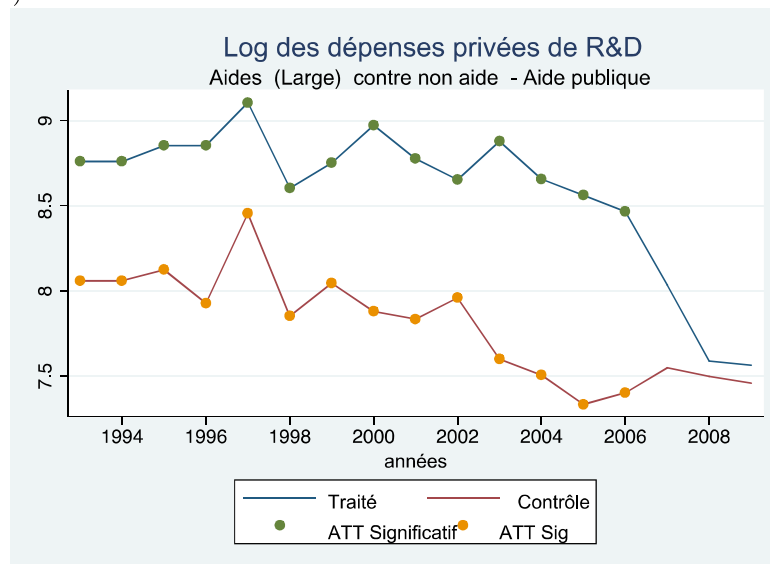


FIGURE 111 – Tests de robustesse : Grandes entreprises (Appariement par score de propension)

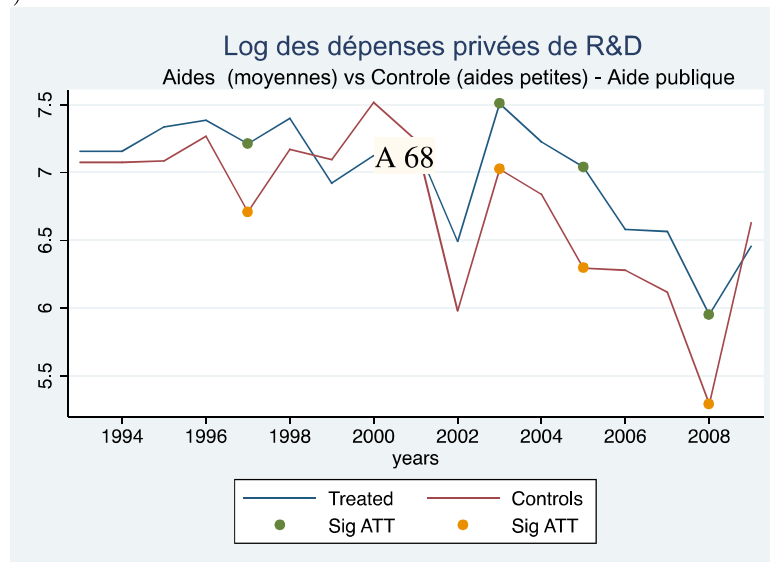


FIGURE 112 – Tests de robustesse : Grandes entreprises (Appariement par score de propension)

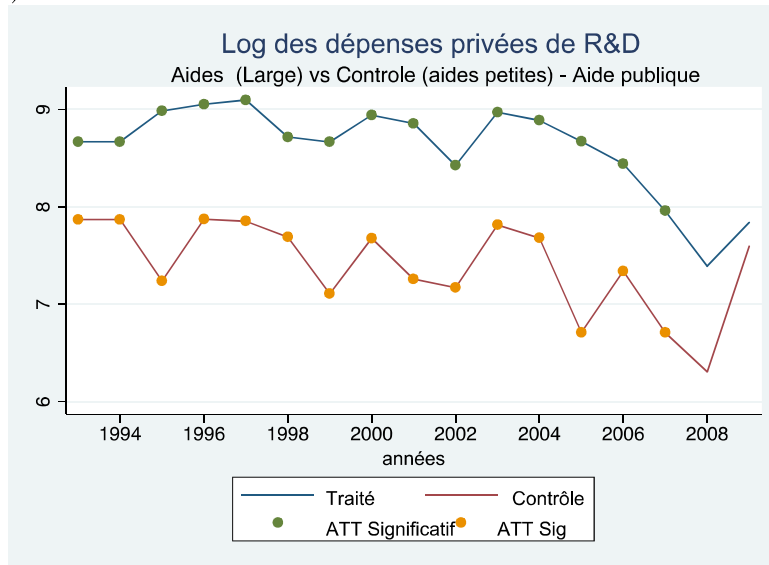


FIGURE 113 – Tests de robustesse : Grandes entreprises (Appariement par score de propension)

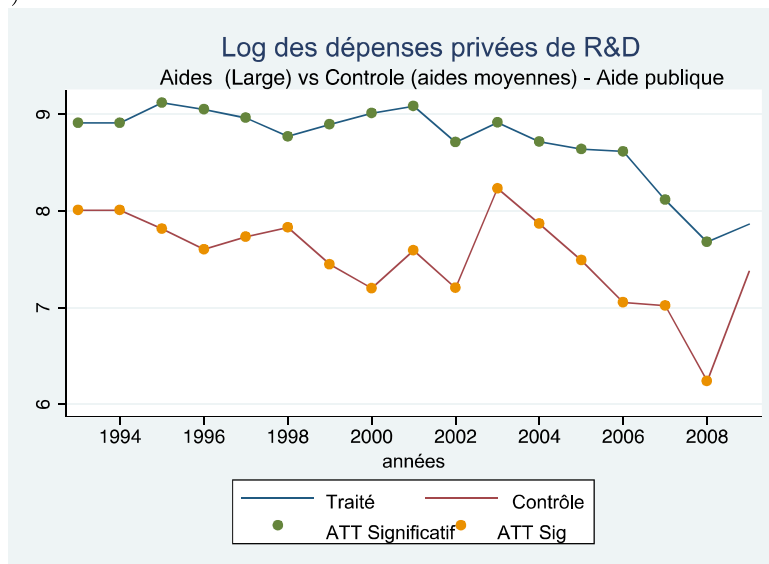


FIGURE 114 – Tests de robustesse : Grandes entreprises (Appariement continu)

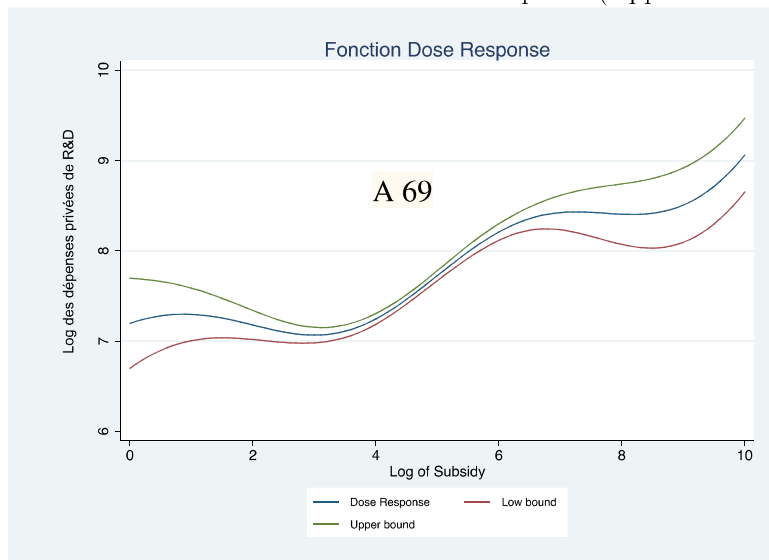




FIGURE 115 – Tests de robustesse : Grandes entreprises (Appariement continu)

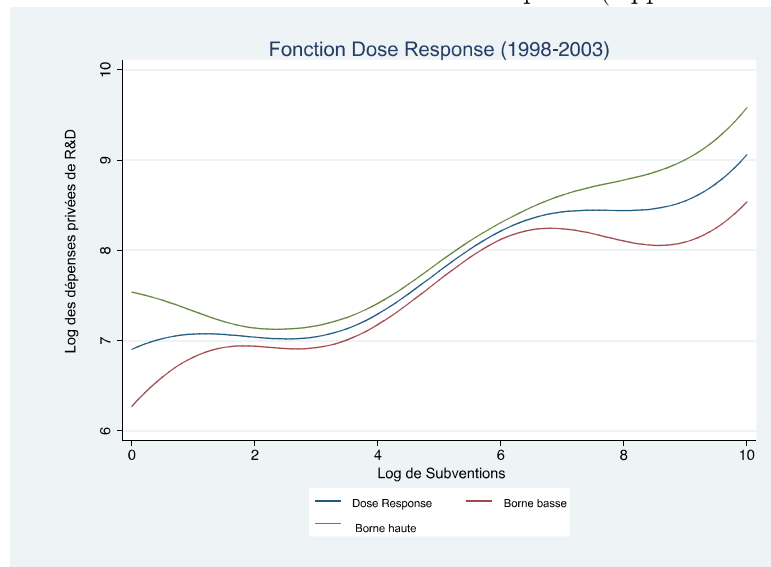


FIGURE 116 – Tests de robustesse : Grandes entreprises (Appariement continu)

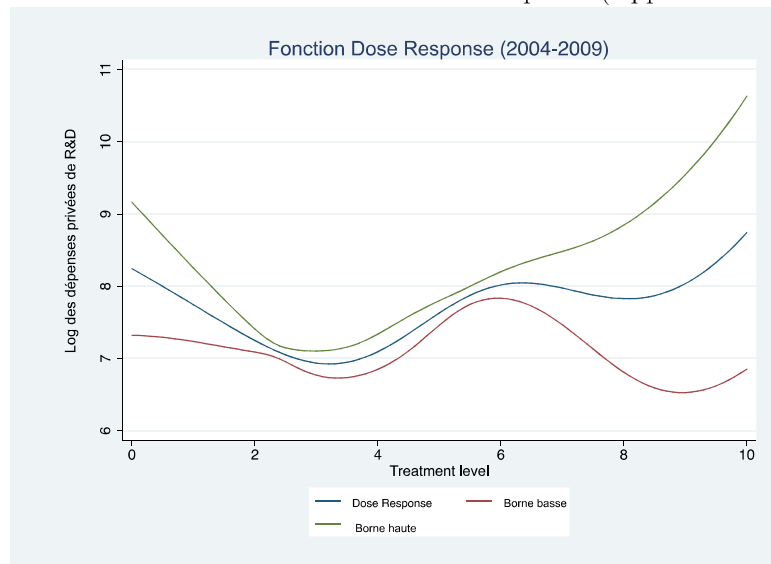


FIGURE 117 – Tests de robustesse : Grandes entreprises (Appariement continu)

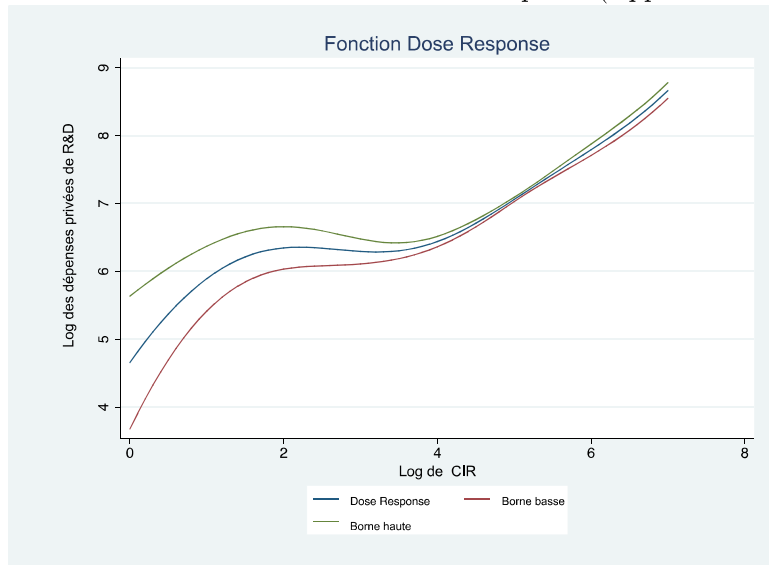


FIGURE 118 – Tests de robustesse : Grandes entreprises (Appariement continu)

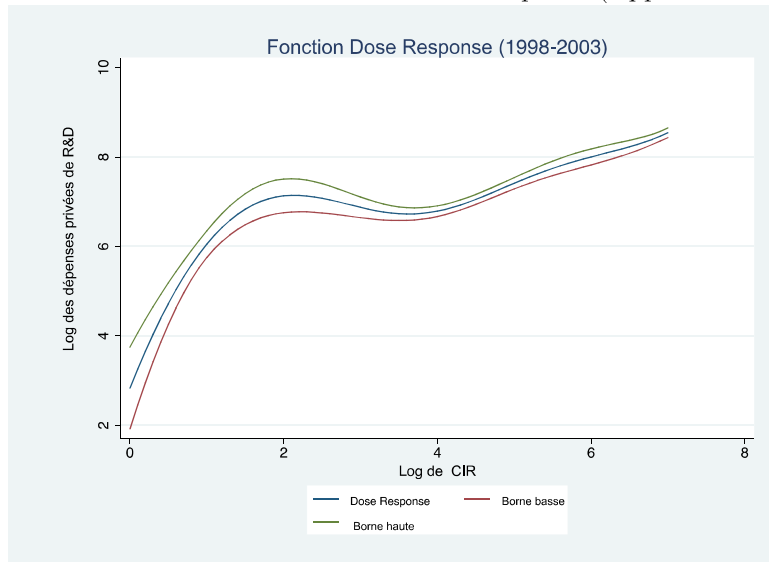


FIGURE 119 – Tests de robustesse : Grandes entreprises (Appariement continu)

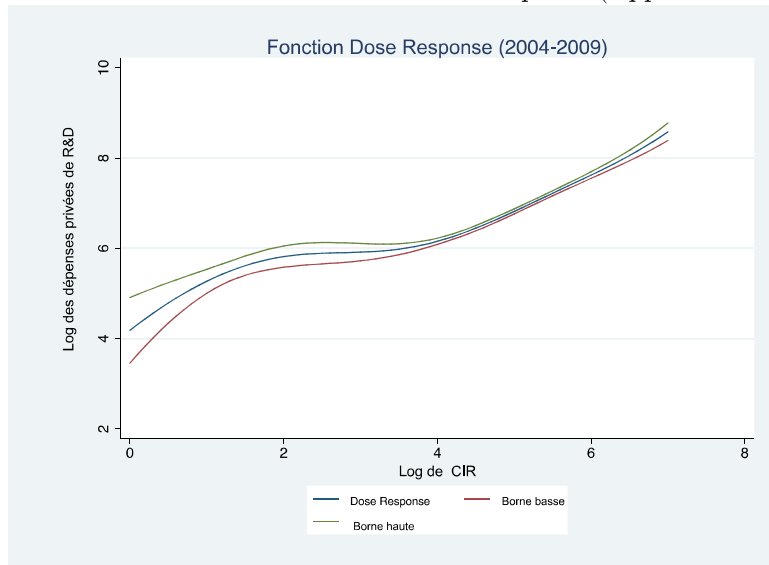


FIGURE 120 – Tests de robustesse : Grandes entreprises (Appariement continu)

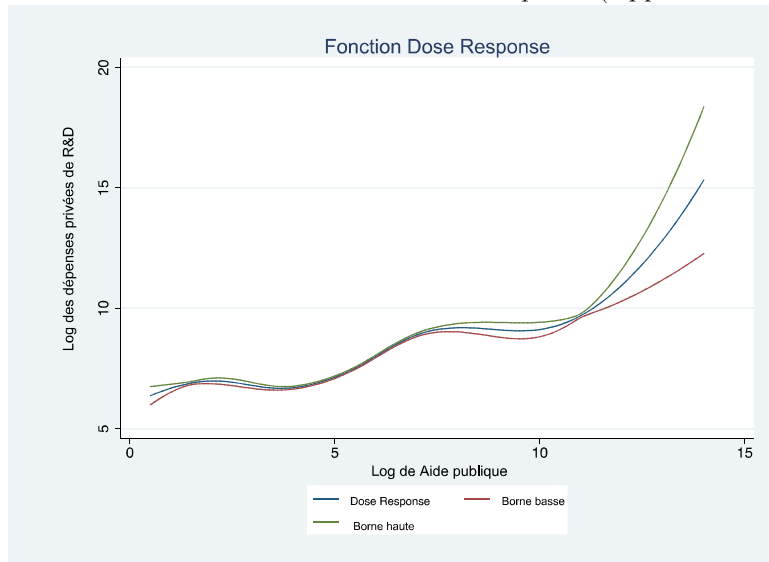


FIGURE 121 – Tests de robustesse : Grandes entreprises (Appariement continu)

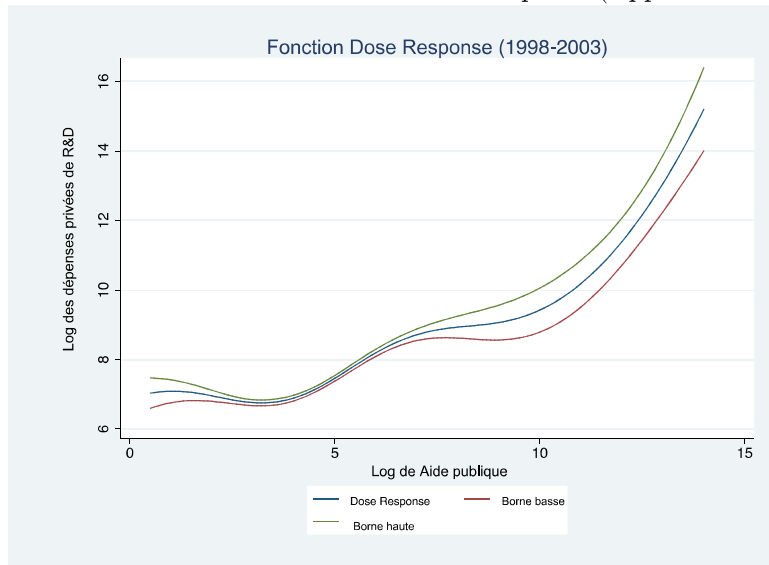


FIGURE 122 – Tests de robustesse : Grandes entreprises (Appariement continu)

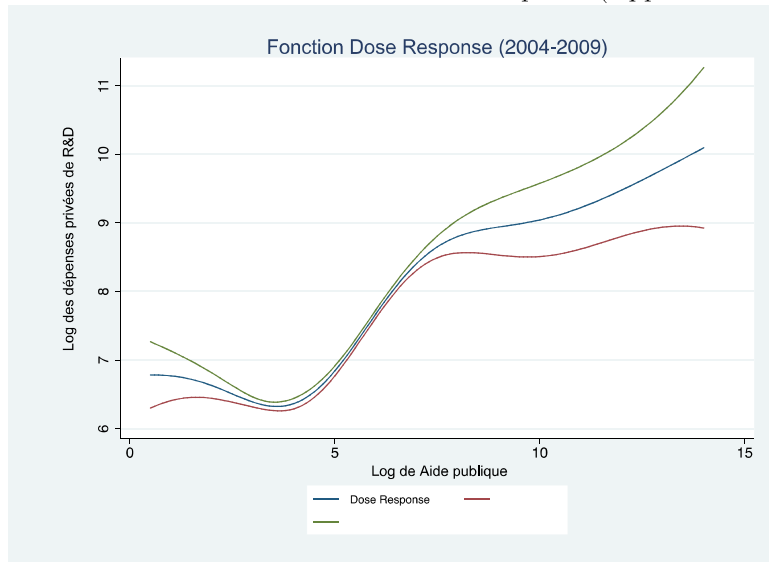


FIGURE 123 – Tests de robustesse : Entreprises des secteurs manufacturiers (Appariement par score de propension)

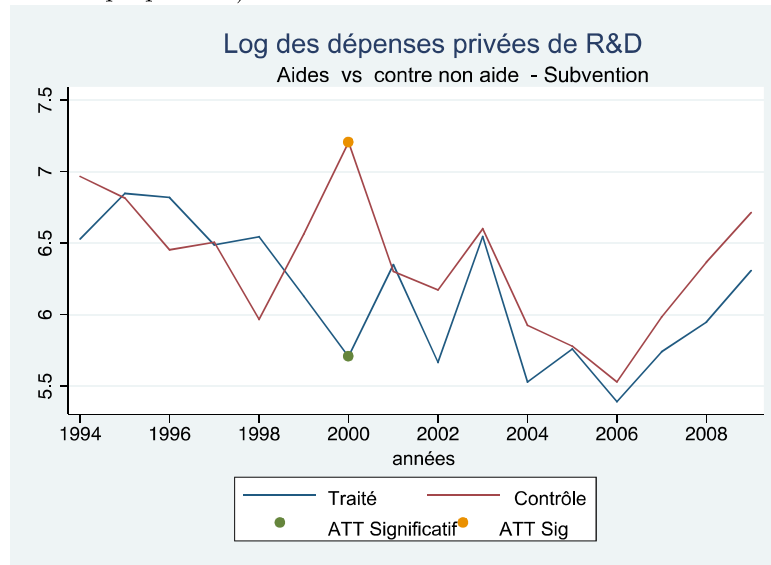


FIGURE 124 – Tests de robustesse : Entreprises des secteurs manufacturiers (Appariement par score de propension)

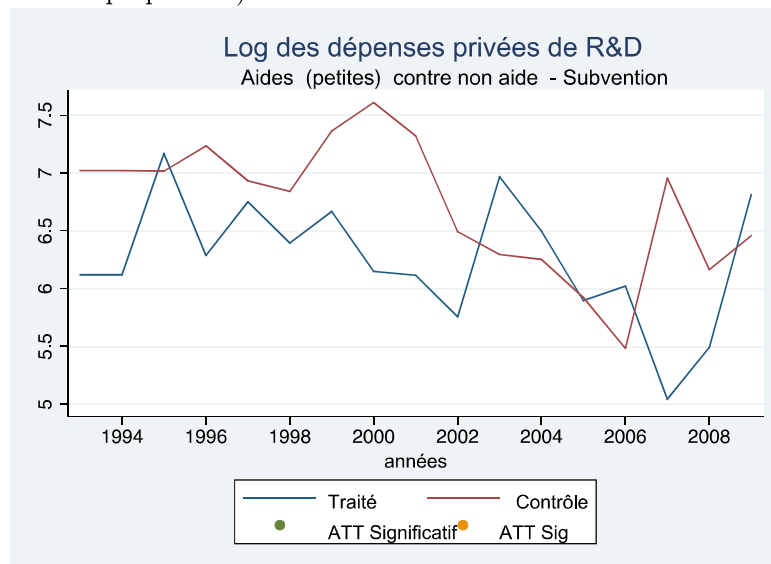


FIGURE 125 – Tests de robustesse : Entreprises des secteurs manufacturiers (Appariement par score de propension)

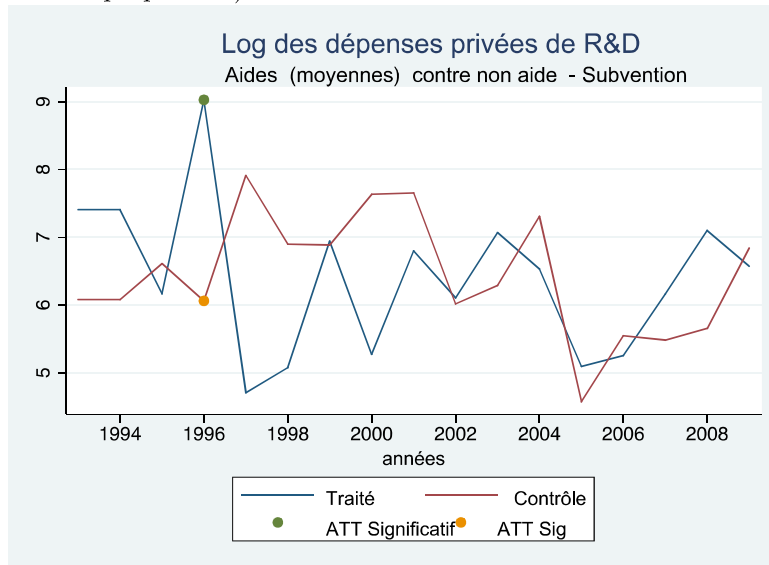


FIGURE 126 – Tests de robustesse : Entreprises des secteurs manufacturiers (Appariement par score de propension)

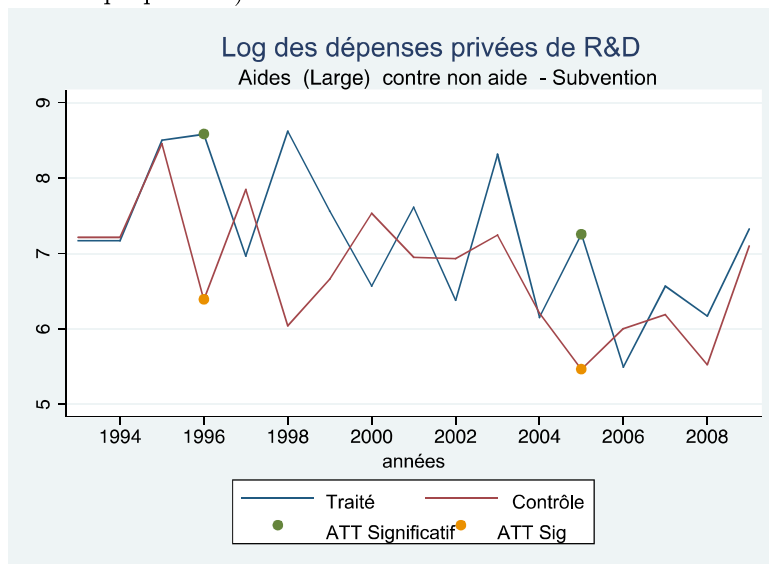


FIGURE 127 – Tests de robustesse : Entreprises des secteurs manufacturiers (Appariement par score de propension)

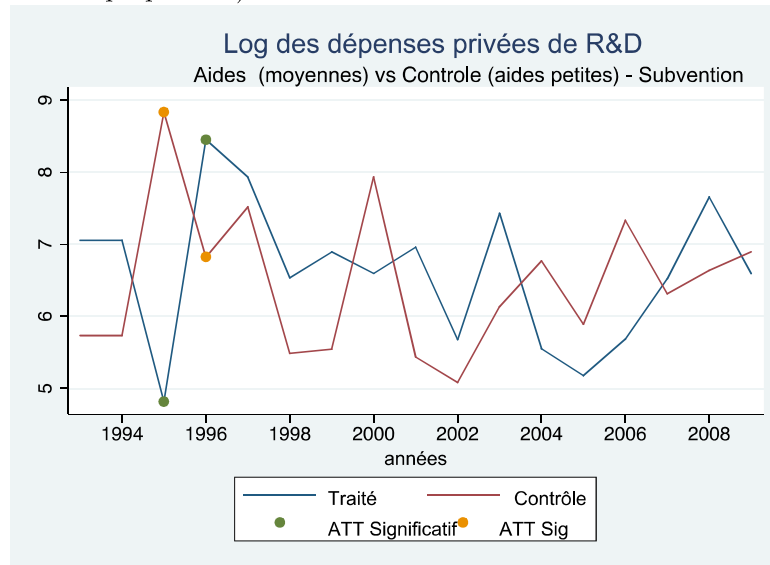


FIGURE 128 – Tests de robustesse : Entreprises des secteurs manufacturiers (Appariement par score de propension)

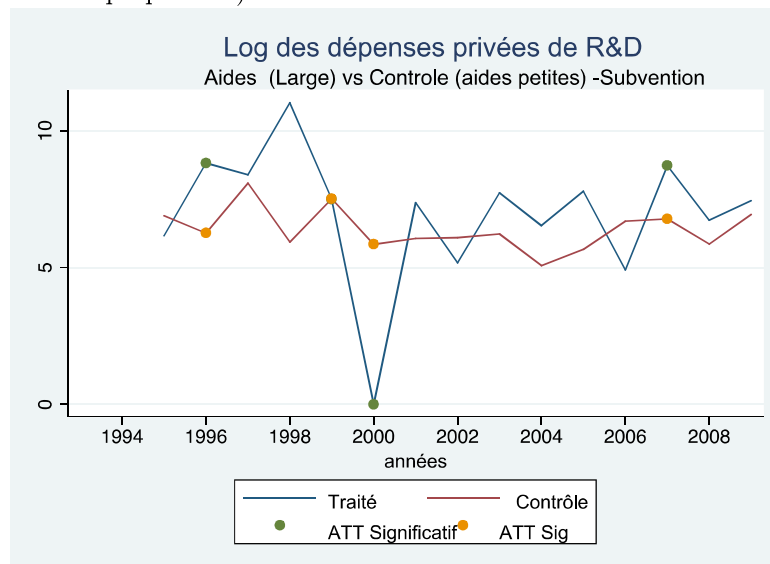


FIGURE 129 – Tests de robustesse : Entreprises des secteurs manufacturiers (Appariement par score de propension)

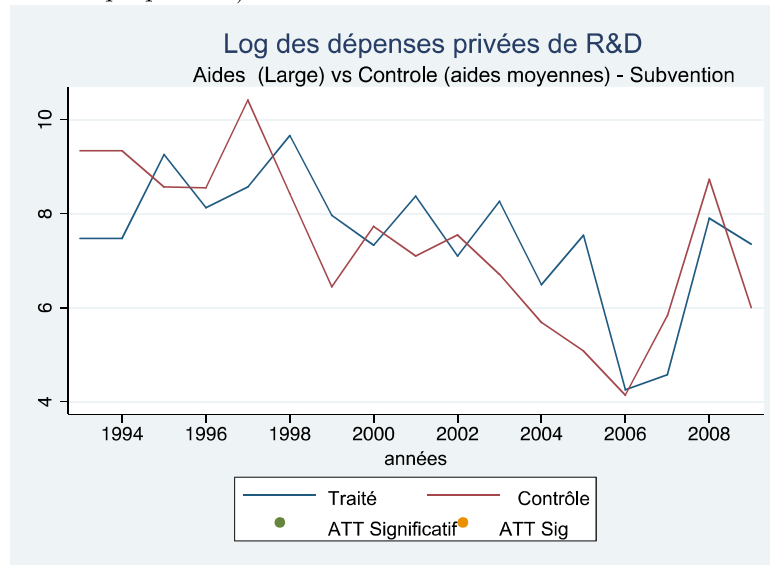


FIGURE 130 – Tests de robustesse : Entreprises des secteurs manufacturiers (Appariement par score de propension)

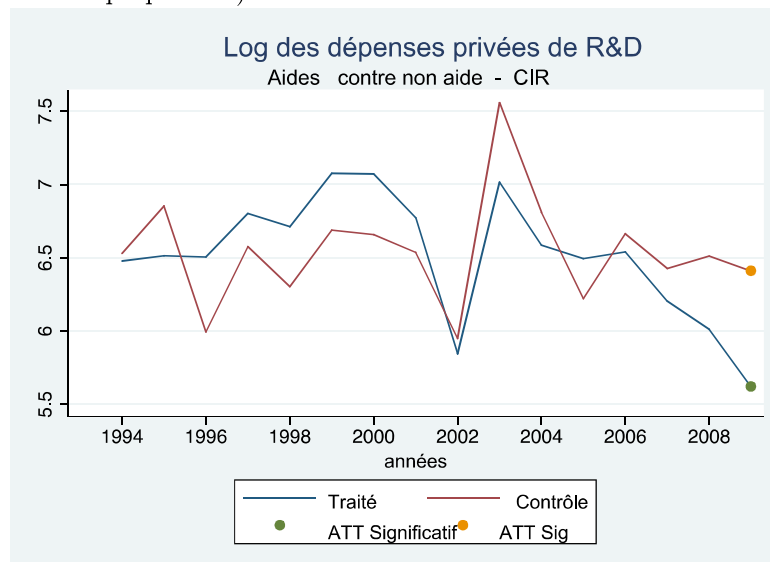




FIGURE 131 – Tests de robustesse : Entreprises des secteurs manufacturiers (Appariement par score de propension)

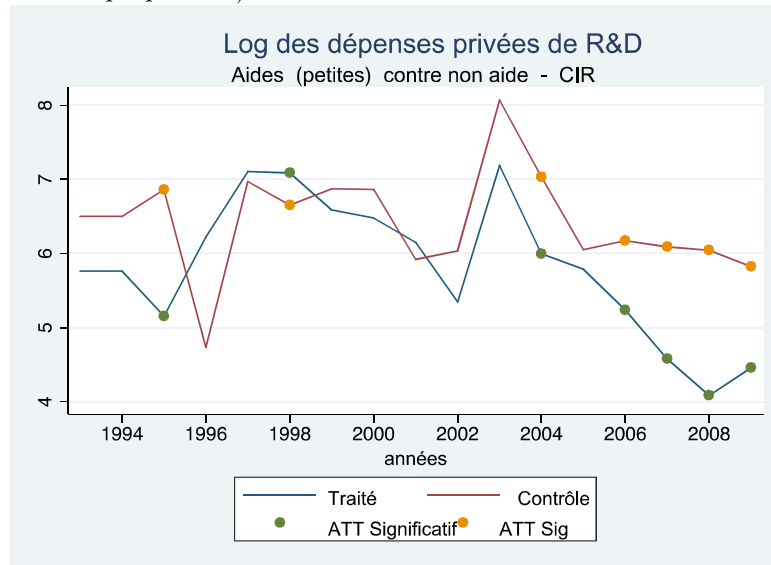


FIGURE 132 – Tests de robustesse : Entreprises des secteurs manufacturiers (Appariement par score de propension)

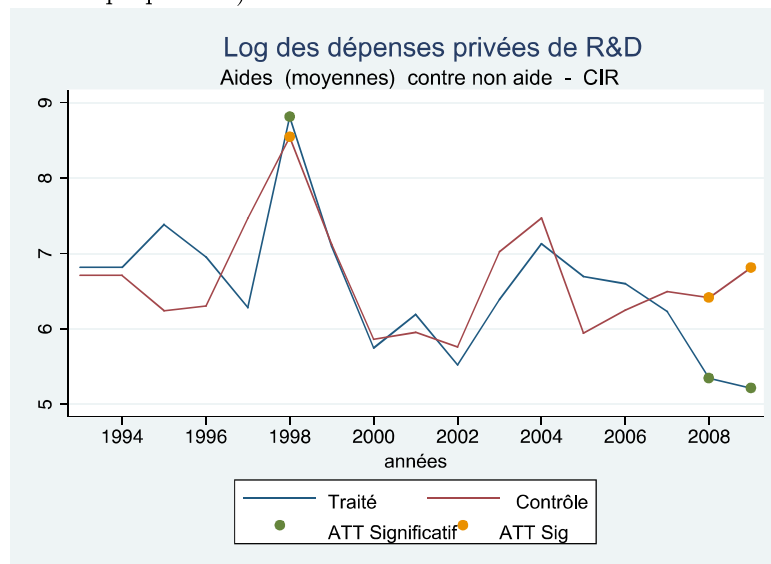


FIGURE 133 – Tests de robustesse : Entreprises des secteurs manufacturiers (Appariement par score de propension)

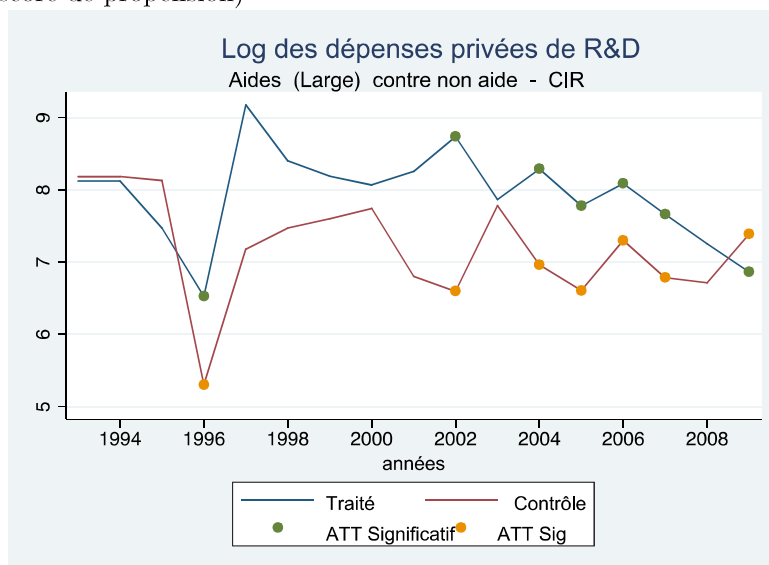


FIGURE 134 – Tests de robustesse : Entreprises des secteurs manufacturiers (Appariement par score de propension)

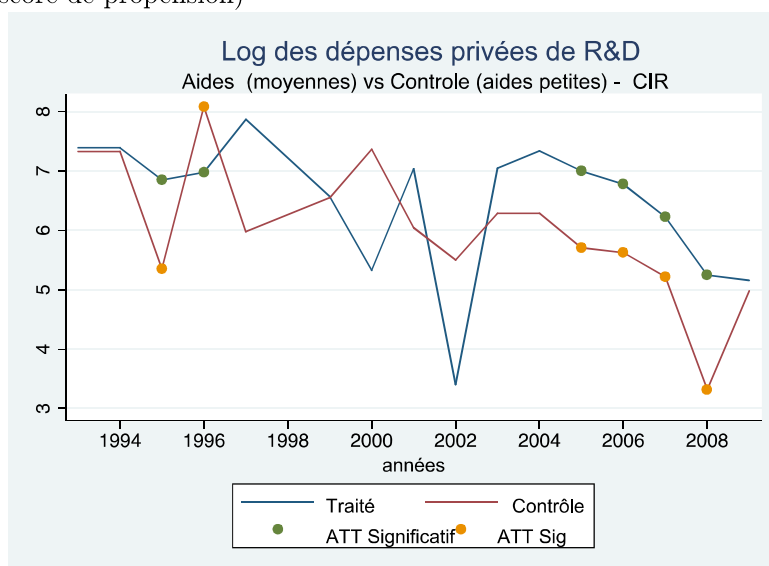


FIGURE 135 – Tests de robustesse : Entreprises des secteurs manufacturiers (Appariement par score de propension)

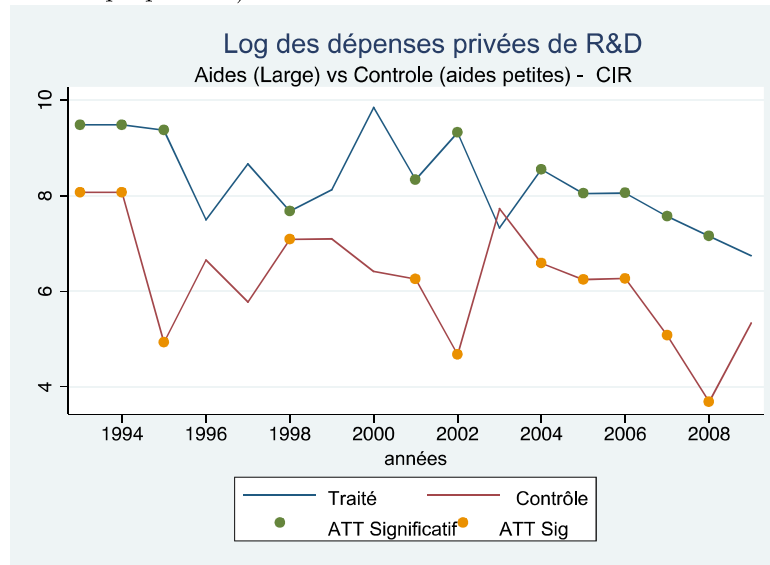


FIGURE 136 – Tests de robustesse : Entreprises des secteurs manufacturiers (Appariement par score de propension)

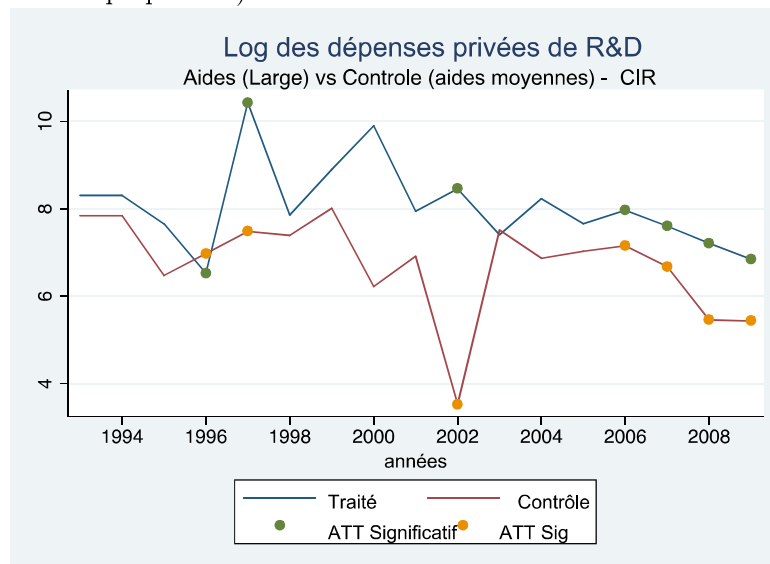


FIGURE 137 – Tests de robustesse : Entreprises des secteurs manufacturiers (Appariement par score de propension)

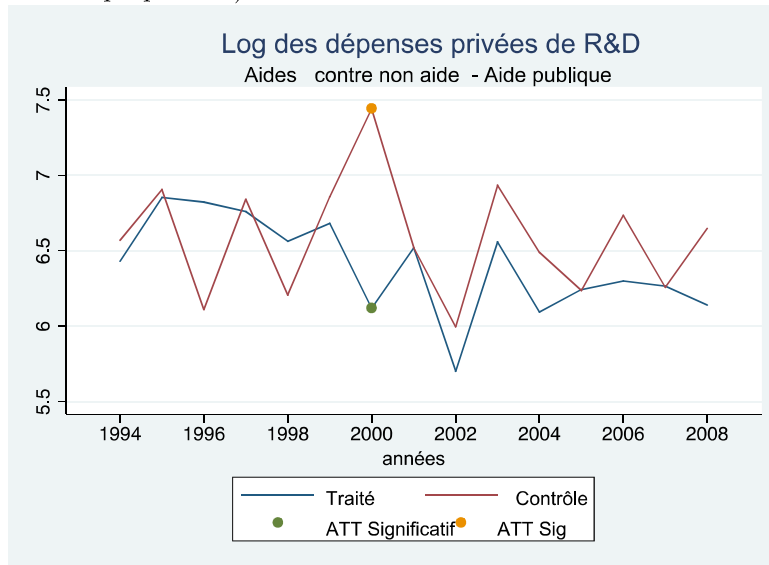


FIGURE 138 – Tests de robustesse : Entreprises des secteurs manufacturiers (Appariement par score de propension)

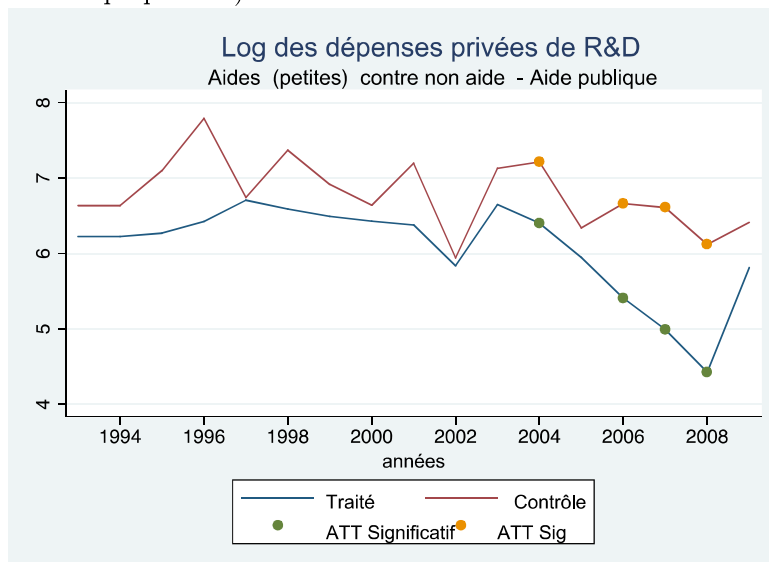


FIGURE 139 – Tests de robustesse : Entreprises des secteurs manufacturiers (Appariement par score de propension)

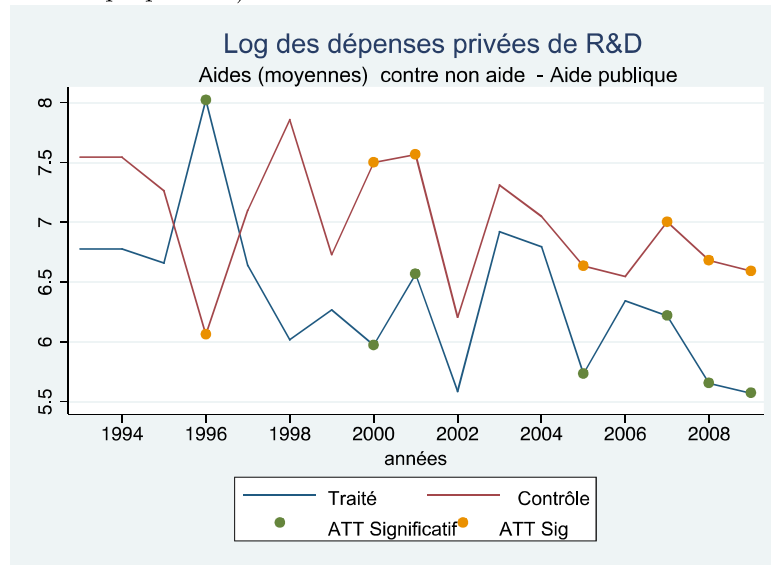


FIGURE 140 – Tests de robustesse : Entreprises des secteurs manufacturiers (Appariement par score de propension)

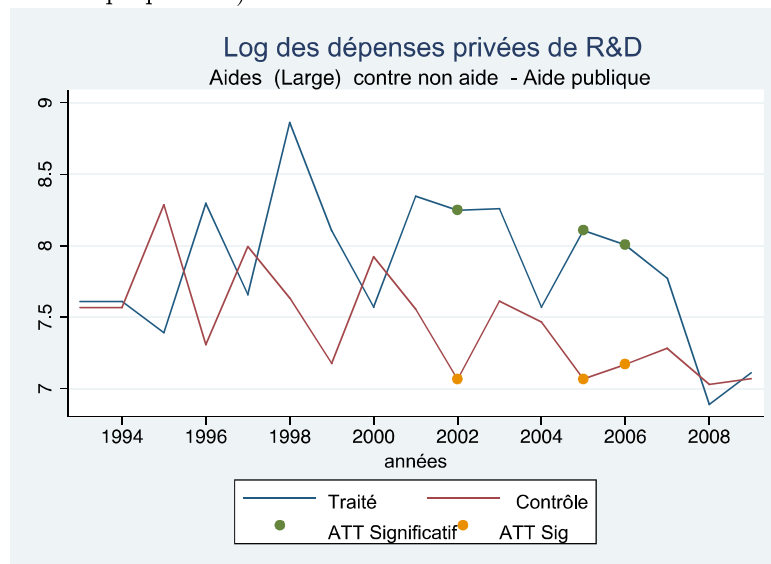


FIGURE 141 – Tests de robustesse : Entreprises des secteurs manufacturiers (Appariement par score de propension)

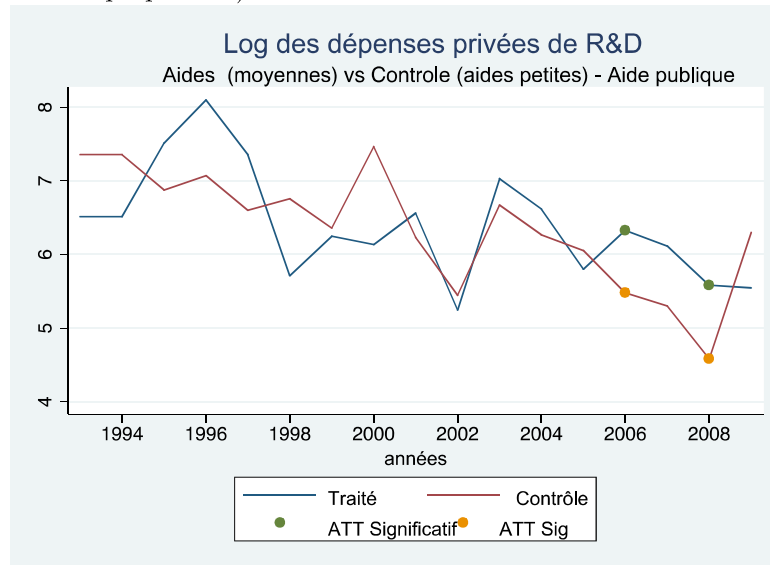


FIGURE 142 – Tests de robustesse : Entreprises des secteurs manufacturiers (Appariement par score de propension)

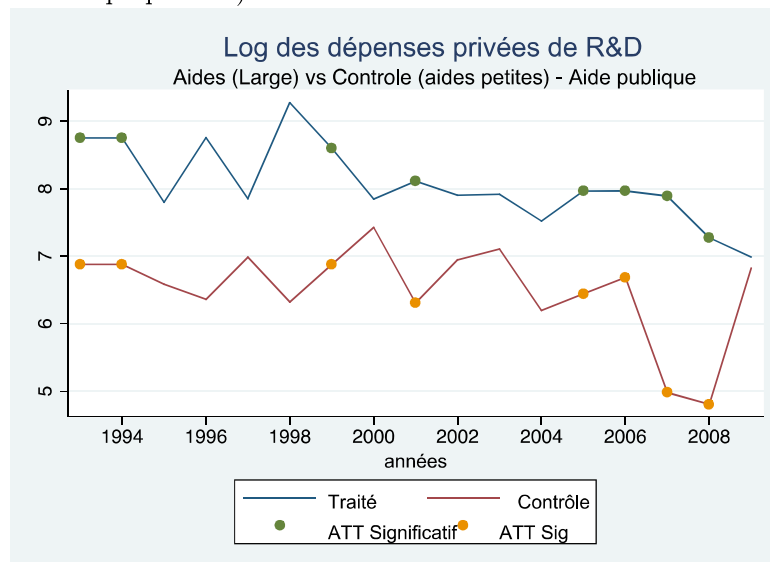


FIGURE 143 – Tests de robustesse : Entreprises des secteurs manufacturiers (Appariement par score de propension)

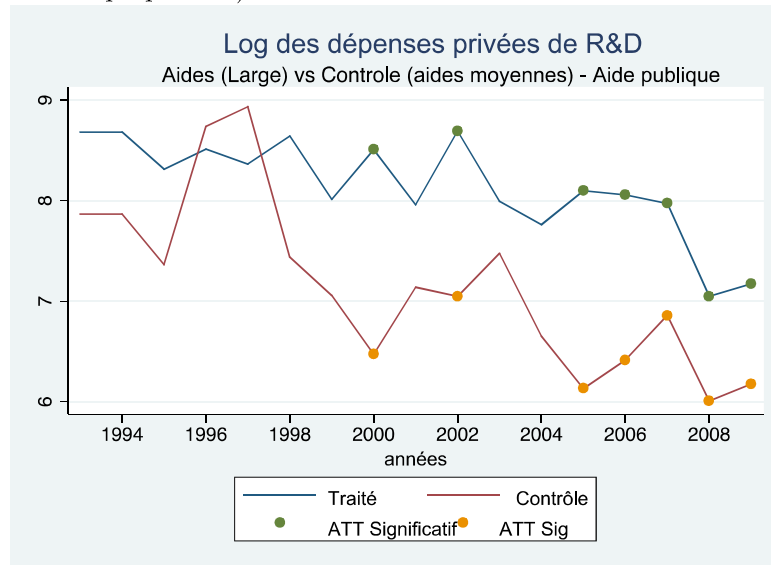


FIGURE 144 – Tests de robustesse : Entreprises des secteurs manufacturiers (Appariement continu)

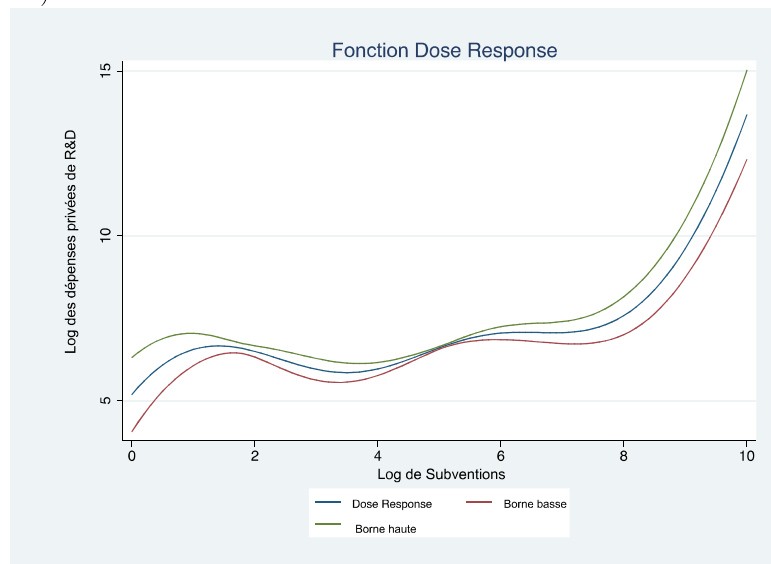


FIGURE 145 – Tests de robustesse : Entreprises des secteurs manufacturiers (Appariement continu)

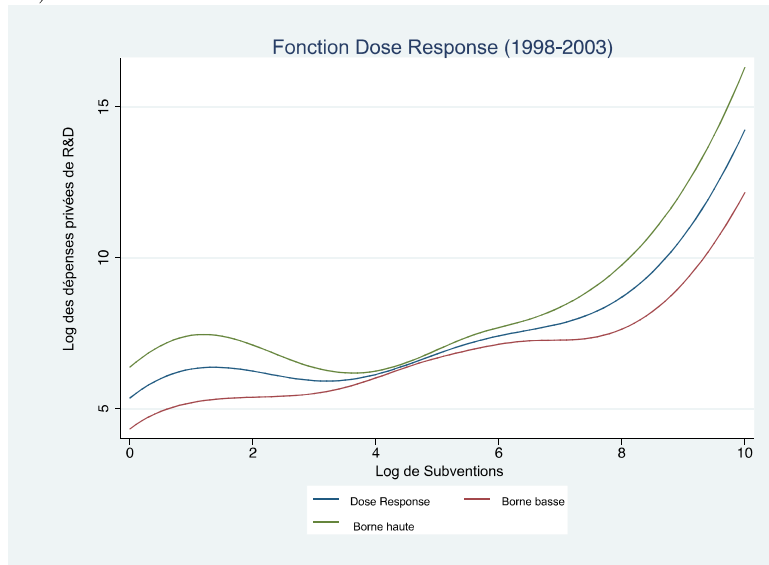


FIGURE 146 – Tests de robustesse : Entreprises des secteurs manufacturiers (Appariement continu)

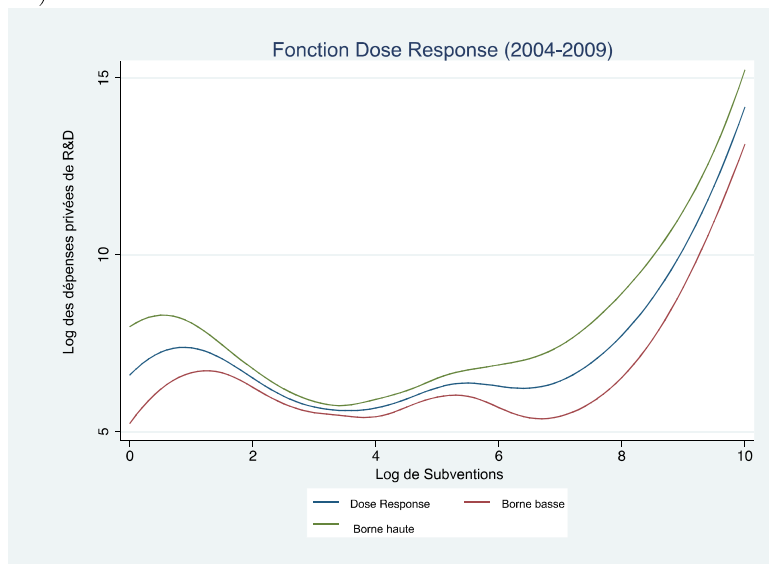




FIGURE 147 – Tests de robustesse : Entreprises des secteurs manufacturiers (Appariement continu)

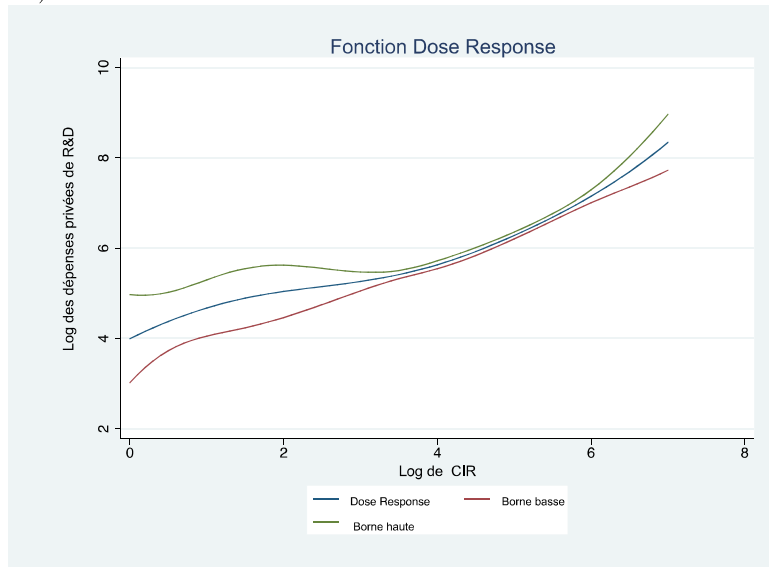


FIGURE 148 – Tests de robustesse : Entreprises des secteurs manufacturiers (Appariement continu)

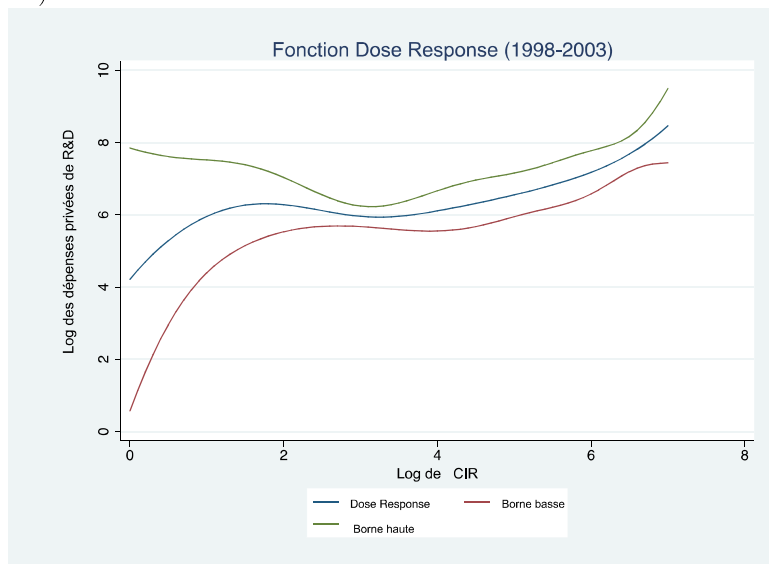


FIGURE 149 – Tests de robustesse : Entreprises des secteurs manufacturiers (Appariement continu)

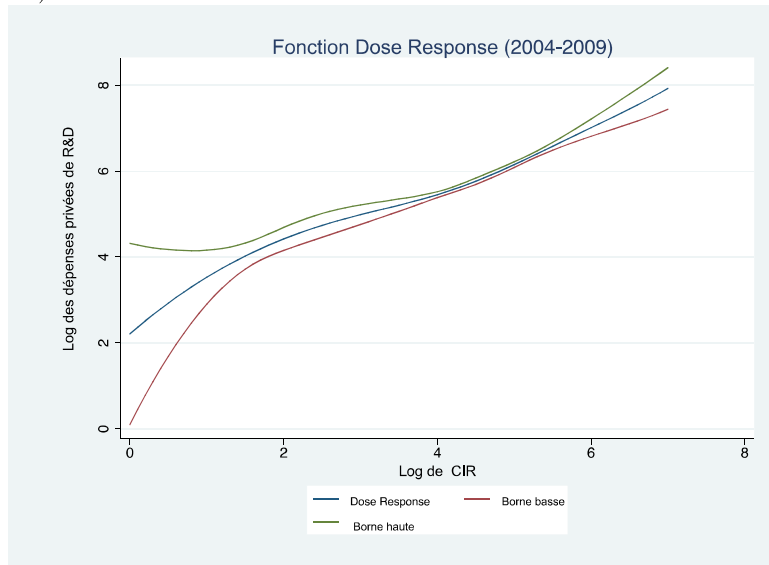


FIGURE 150 – Tests de robustesse : Entreprises des secteurs manufacturiers (Appariement continu)

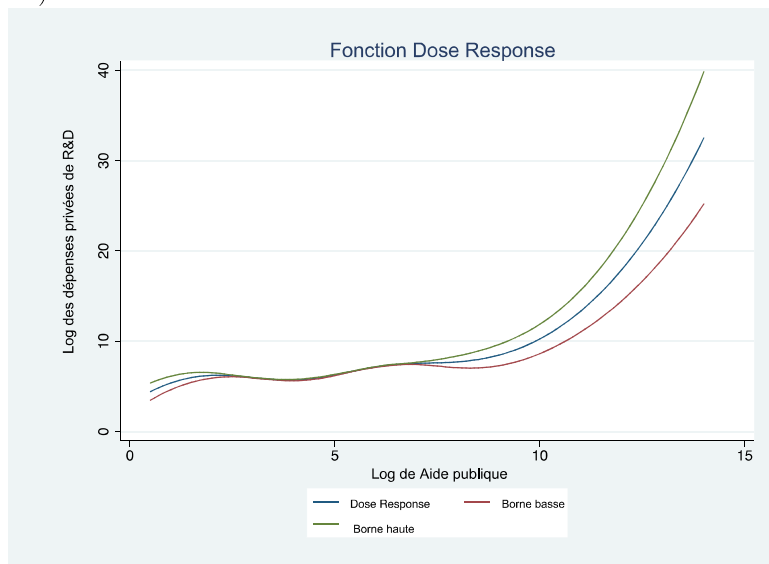


FIGURE 151 – Tests de robustesse : Entreprises des secteurs manufacturiers (Appariement continu)

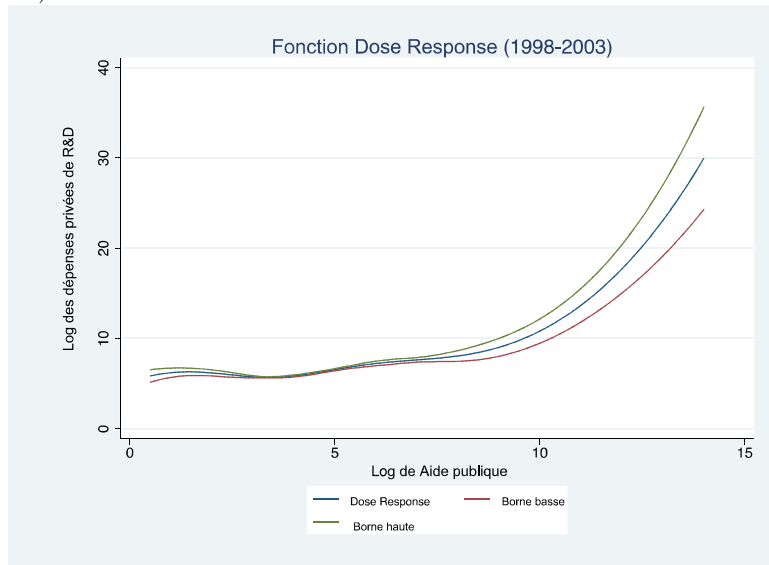


FIGURE 152 – Tests de robustesse : Entreprises des secteurs manufacturiers (Appariement continu)

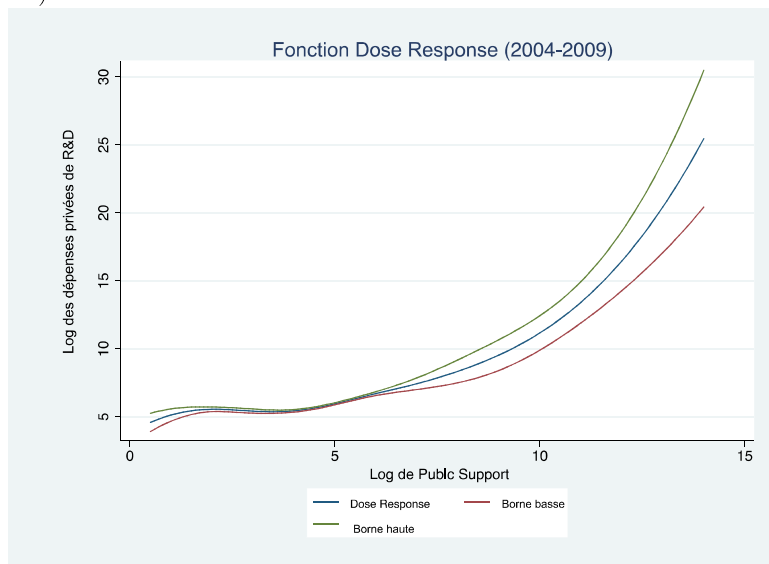


FIGURE 153 – Tests de robustesse : Entreprises de services (Appariement par score de propension)

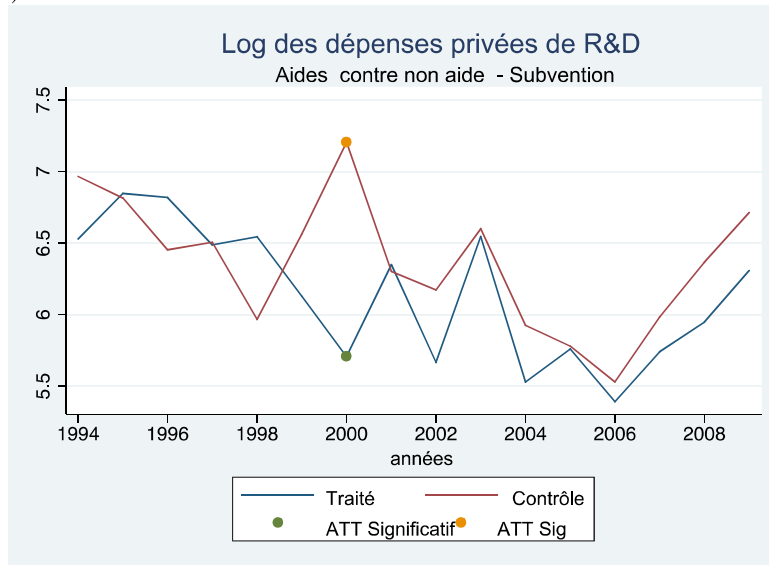


FIGURE 154 – Tests de robustesse : Entreprises de services (Appariement par score de propension)

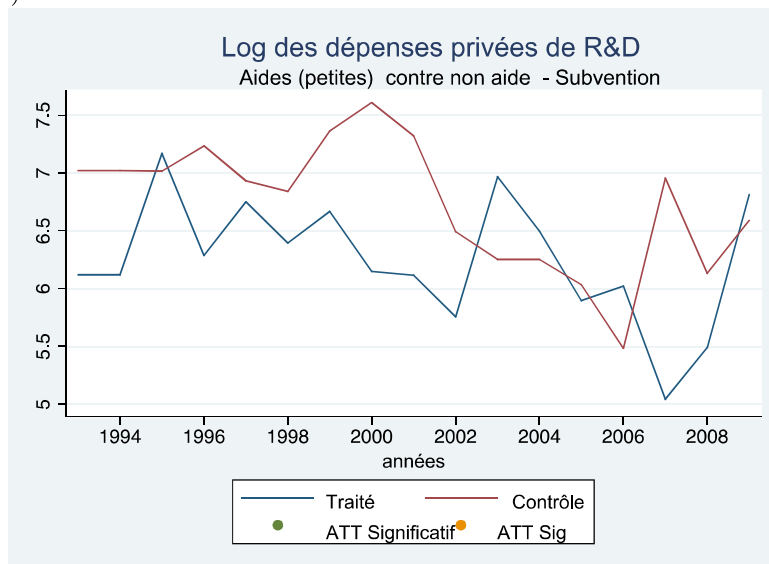


FIGURE 155 – Tests de robustesse : Entreprises de services (Appariement par score de propension)

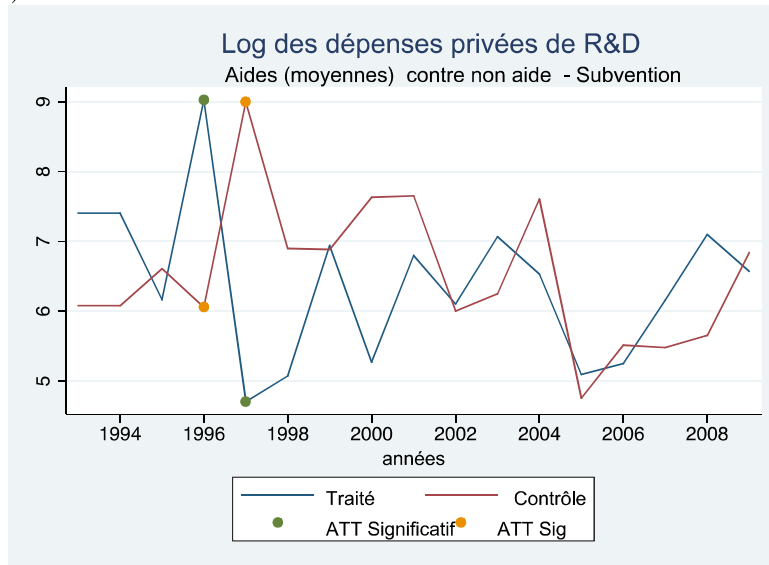


FIGURE 156 – Tests de robustesse : Entreprises de services (Appariement par score de propension)

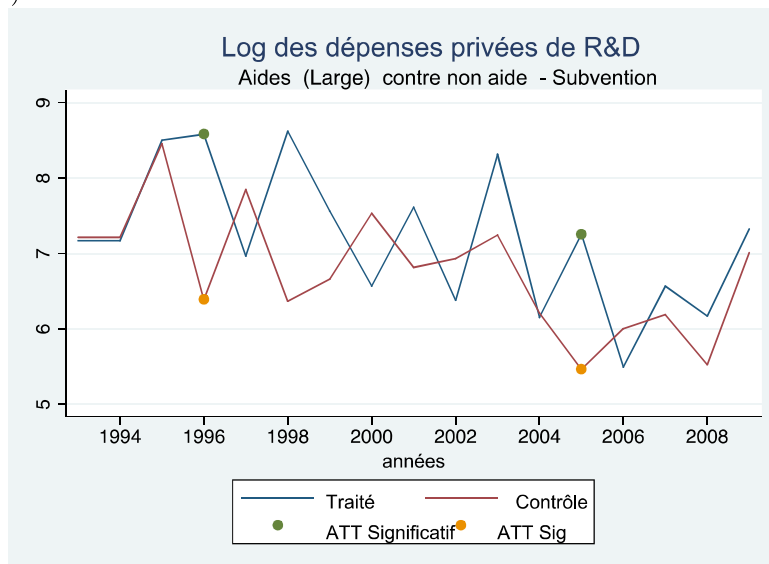


FIGURE 157 – Tests de robustesse : Entreprises de services (Appariement par score de propension)

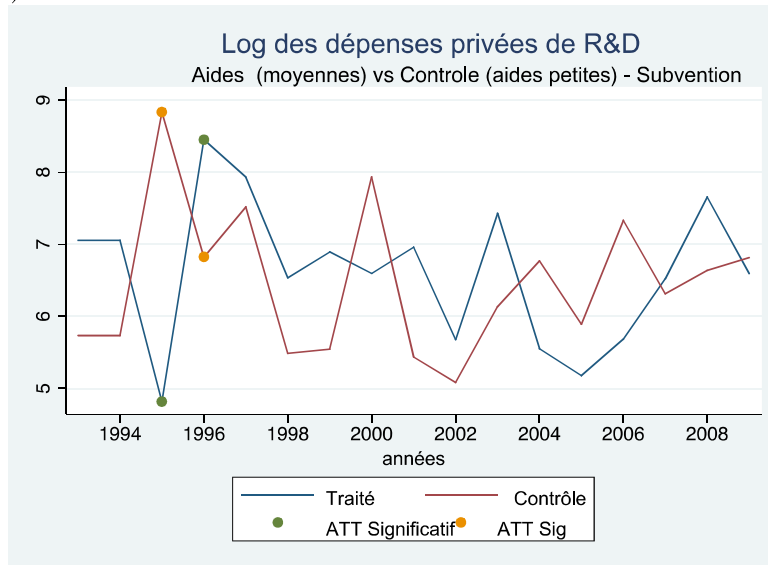


FIGURE 158 – Tests de robustesse : Entreprises de services (Appariement par score de propension)

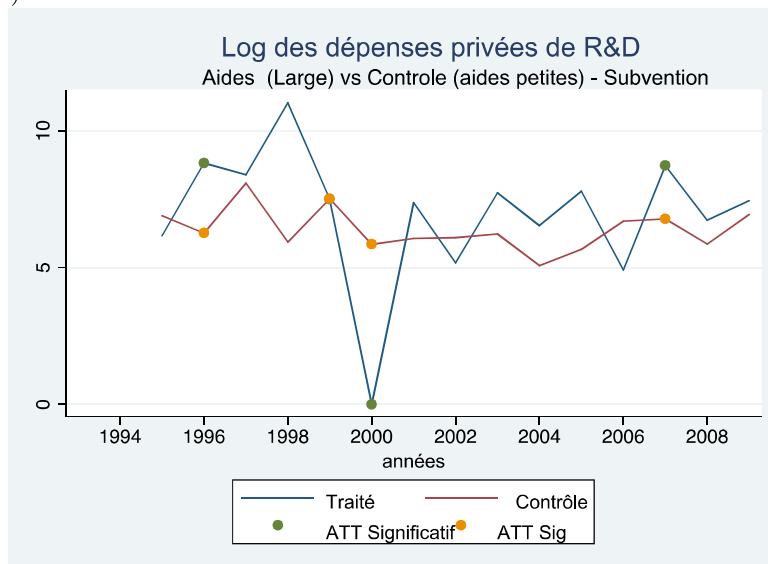


FIGURE 159 – Tests de robustesse : Entreprises de services (Appariement par score de propension)

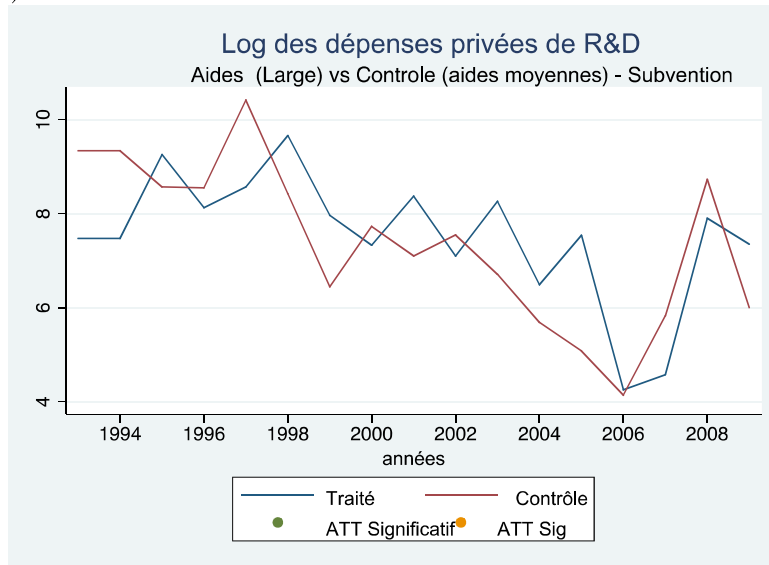


FIGURE 160 – Tests de robustesse : Entreprises de services (Appariement par score de propension)

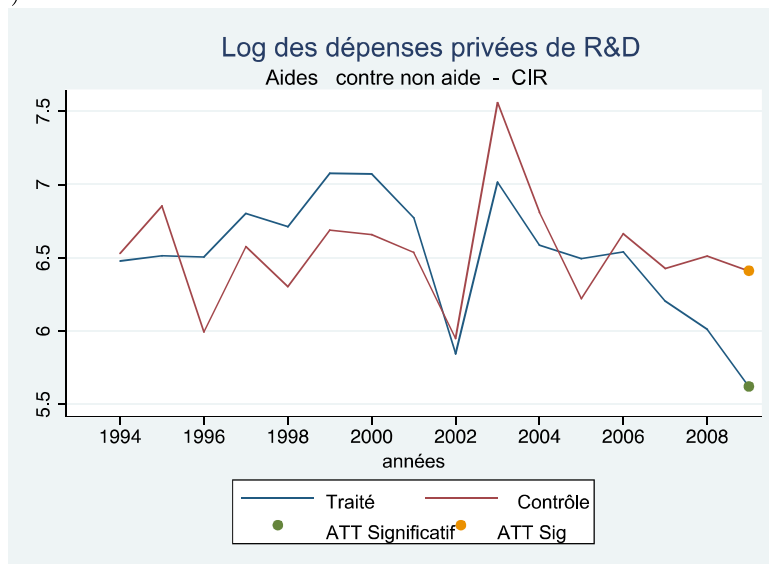


FIGURE 161 – Tests de robustesse : Entreprises de services (Appariement par score de propension)

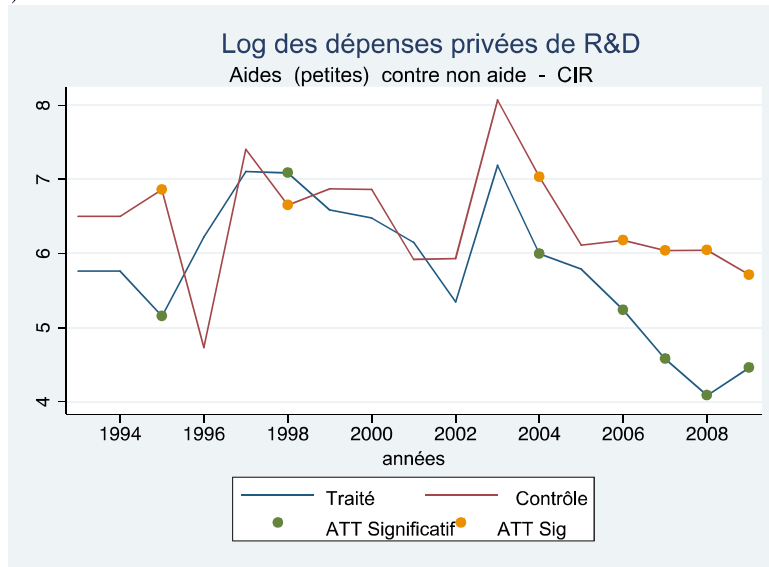


FIGURE 162 – Tests de robustesse : Entreprises de services (Appariement par score de propension)

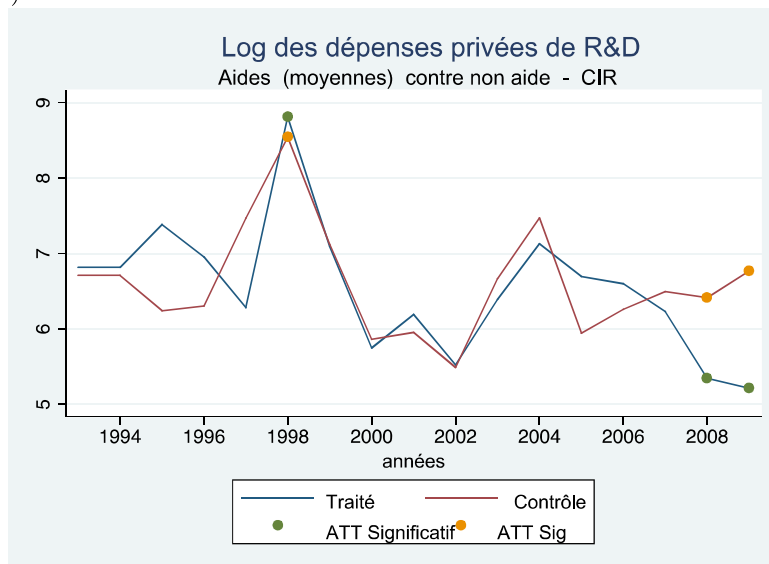




FIGURE 163 – Tests de robustesse : Entreprises de services (Appariement par score de propension)

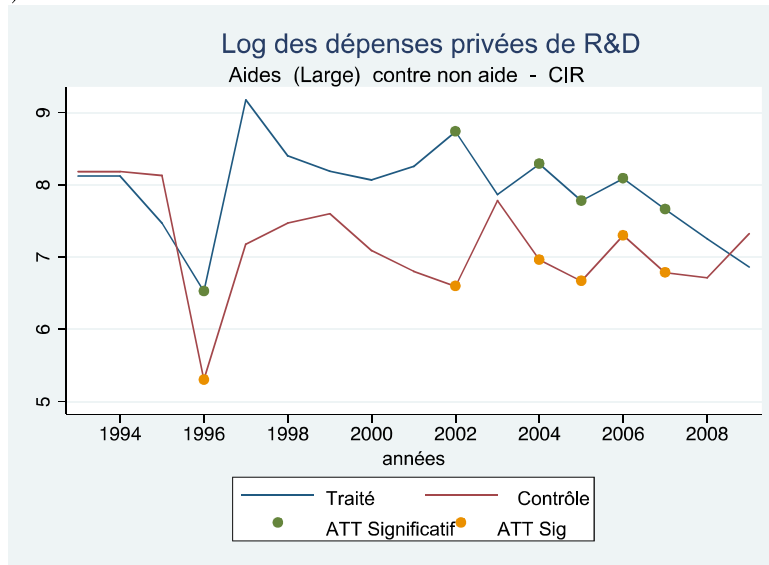


FIGURE 164 – Tests de robustesse : Entreprises de services (Appariement par score de propension)

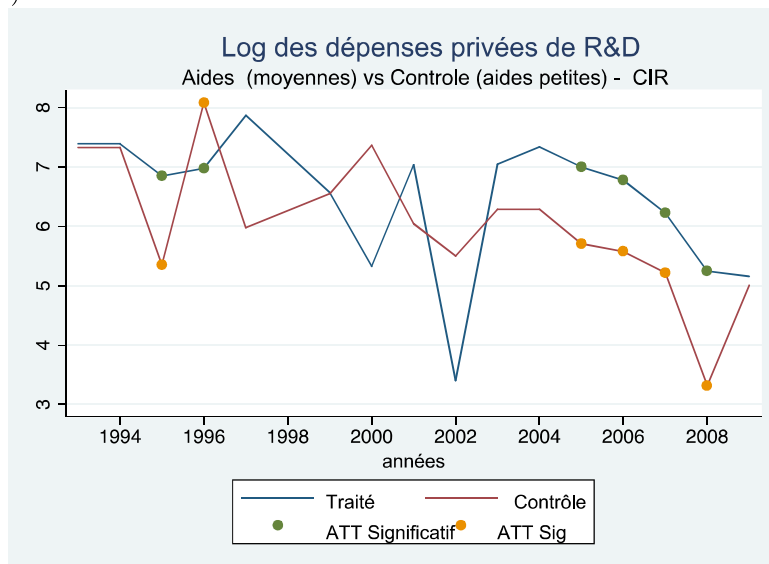


FIGURE 165 – Tests de robustesse : Entreprises de services (Appariement par score de propension)

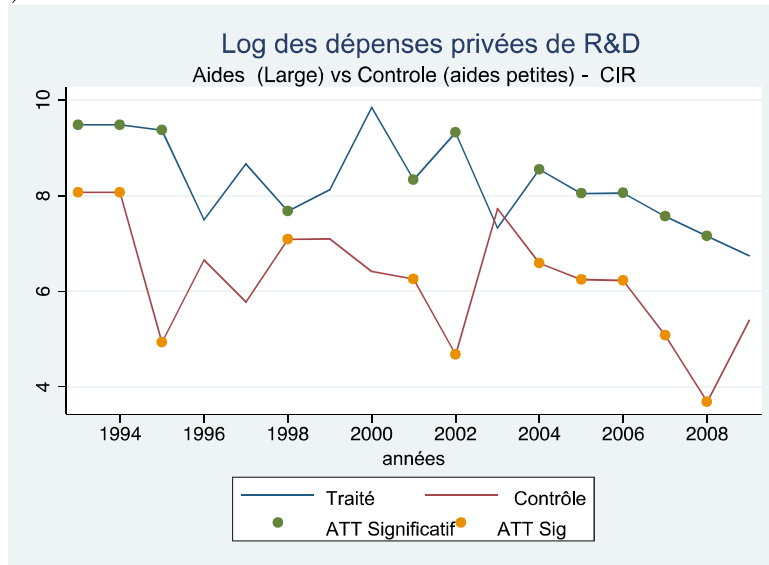


FIGURE 166 – Tests de robustesse : Entreprises de services (Appariement par score de propension)

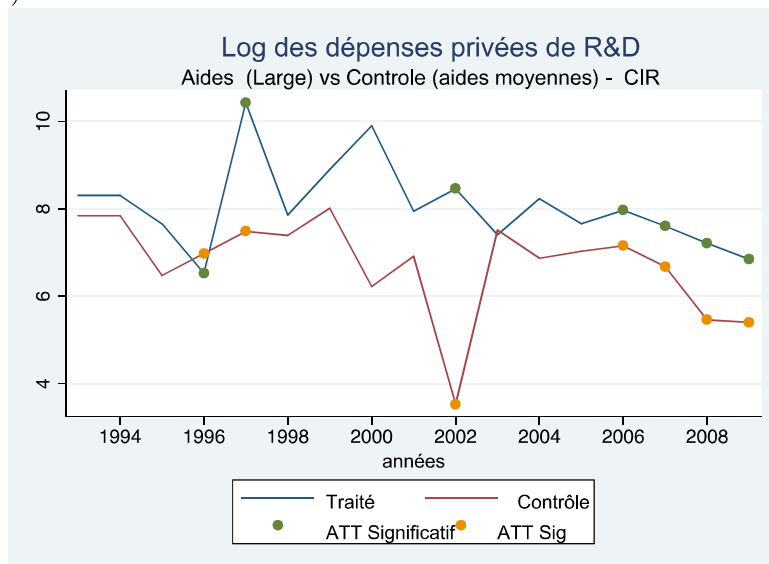


FIGURE 167 – Tests de robustesse : Entreprises de services (Appariement par score de propension)

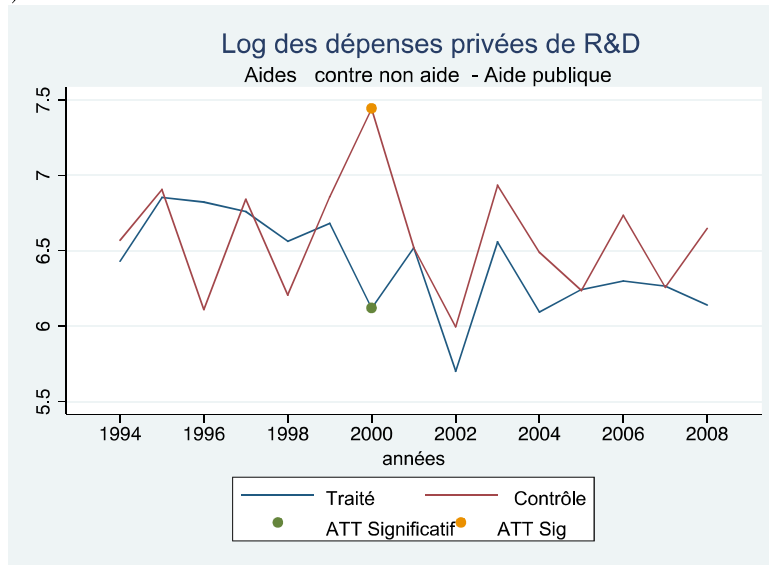


FIGURE 168 – Tests de robustesse : Entreprises de services (Appariement par score de propension)

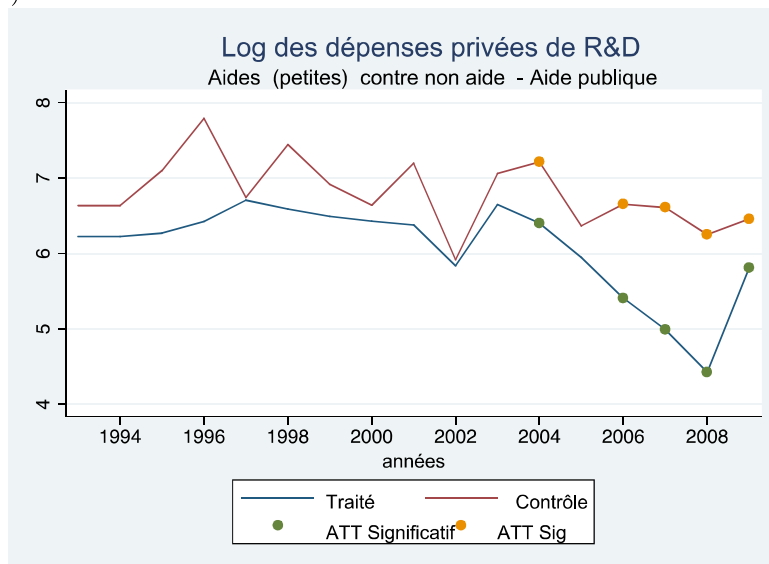


FIGURE 169 – Tests de robustesse : Entreprises de services (Appariement par score de propension)

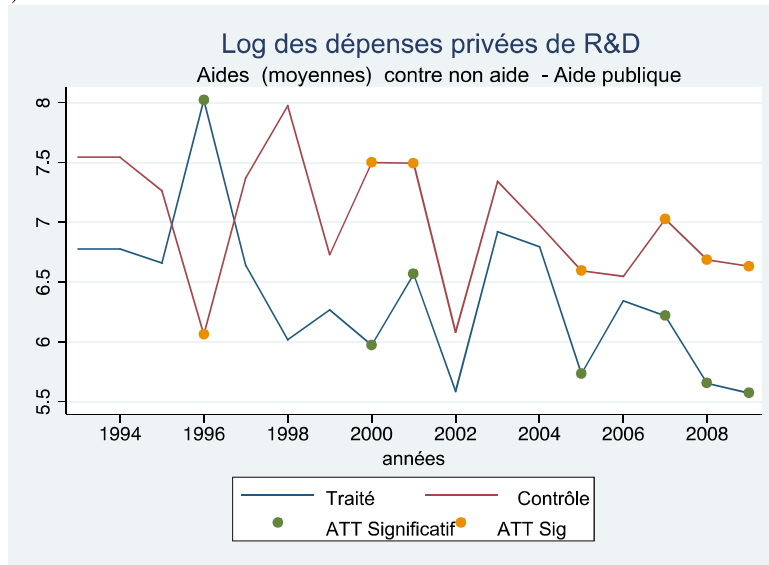


FIGURE 170 – Tests de robustesse : Entreprises de services (Appariement par score de propension)

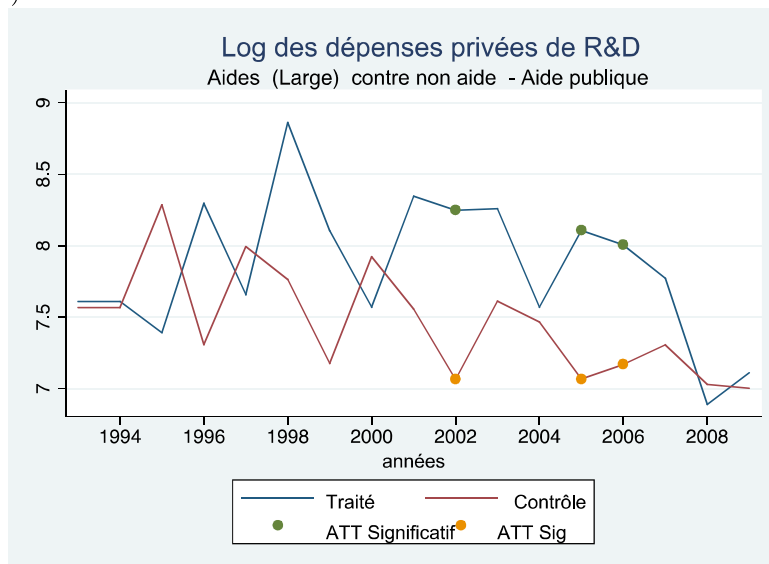


FIGURE 171 – Tests de robustesse : Entreprises de services (Appariement par score de propension)

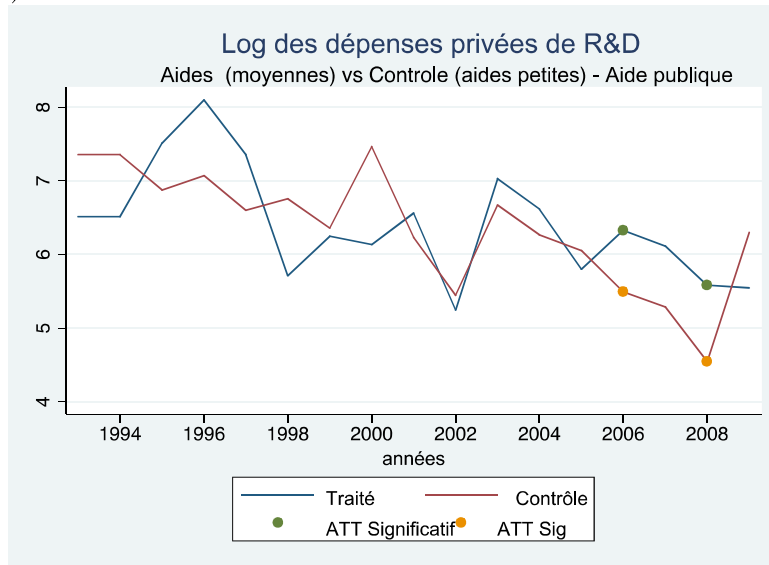


FIGURE 172 – Tests de robustesse : Entreprises de services (Appariement par score de propension)

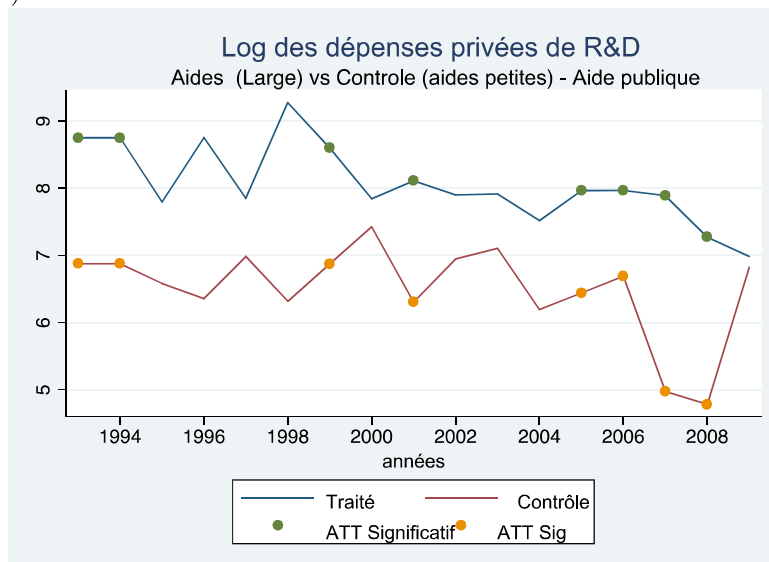


FIGURE 173 – Tests de robustesse : Entreprises de services (Appariement par score de propension)

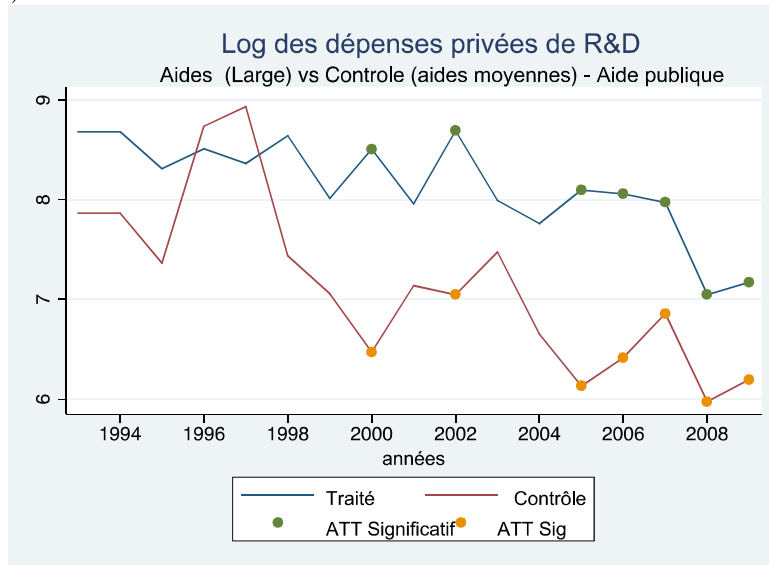


FIGURE 174 – Tests de robustesse : Entreprises de services (Appariement continu)

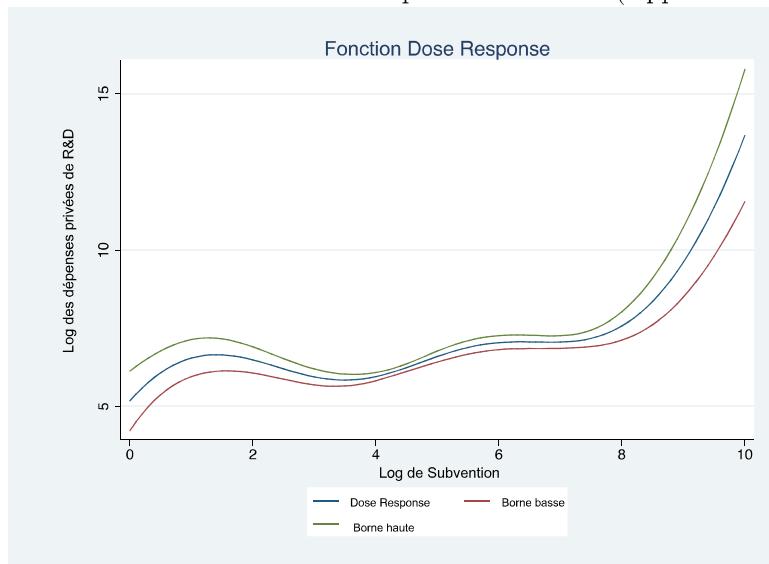


FIGURE 175 – Tests de robustesse : Entreprises de services (Appariement continu)

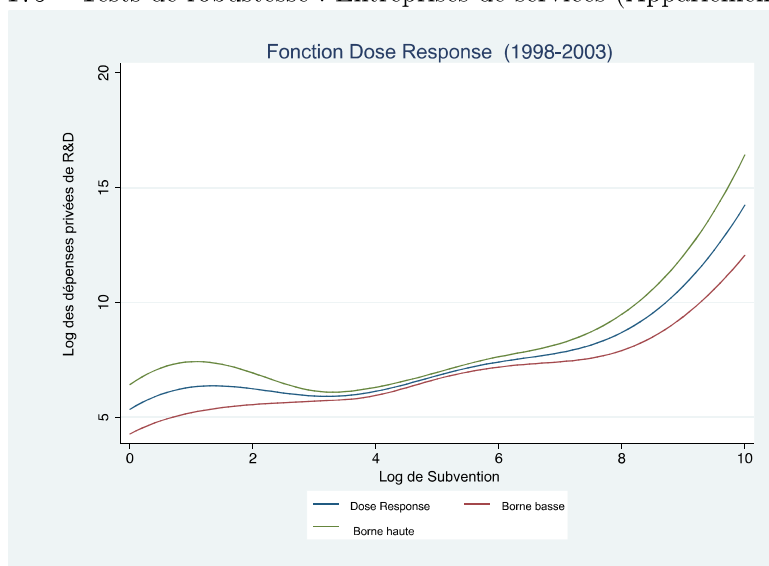


FIGURE 176 – Tests de robustesse : Entreprises de services (Appariement continu)

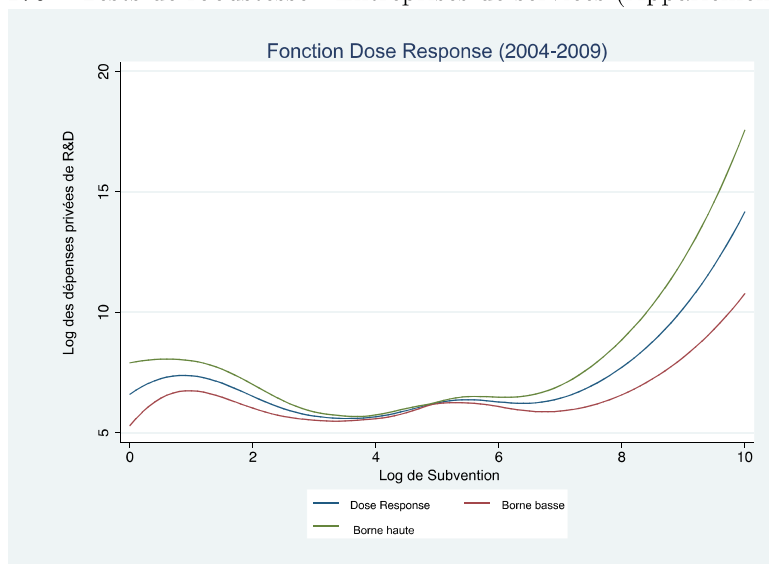


FIGURE 177 – Tests de robustesse : Entreprises de services (Appariement continu)

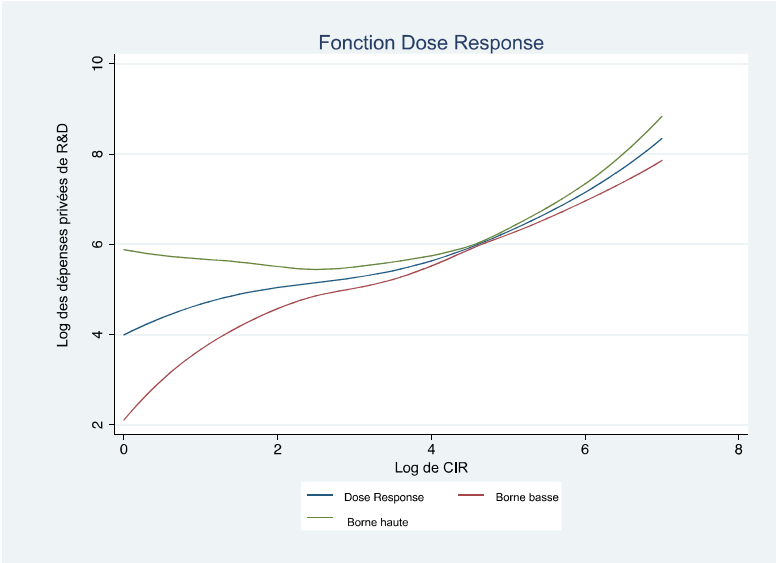


FIGURE 178 – Tests de robustesse : Entreprises de services (Appariement continu)

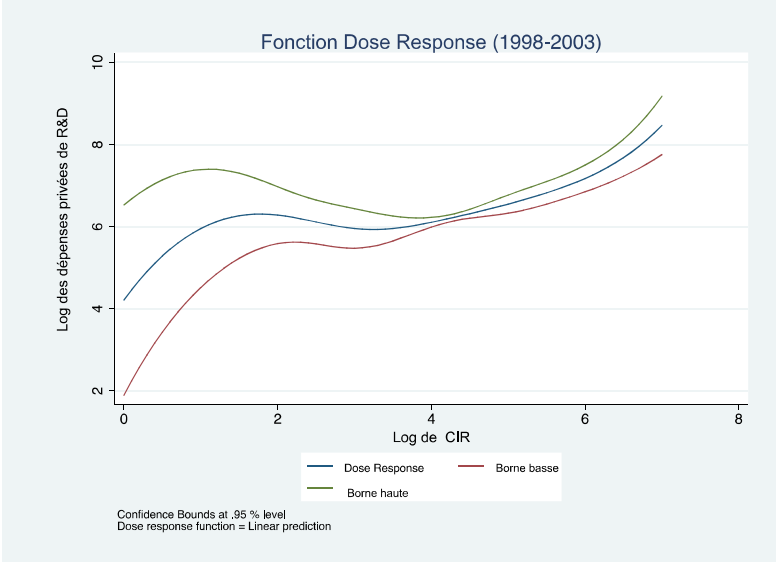




FIGURE 179 – Tests de robustesse : Entreprises de services (Appariement continu)

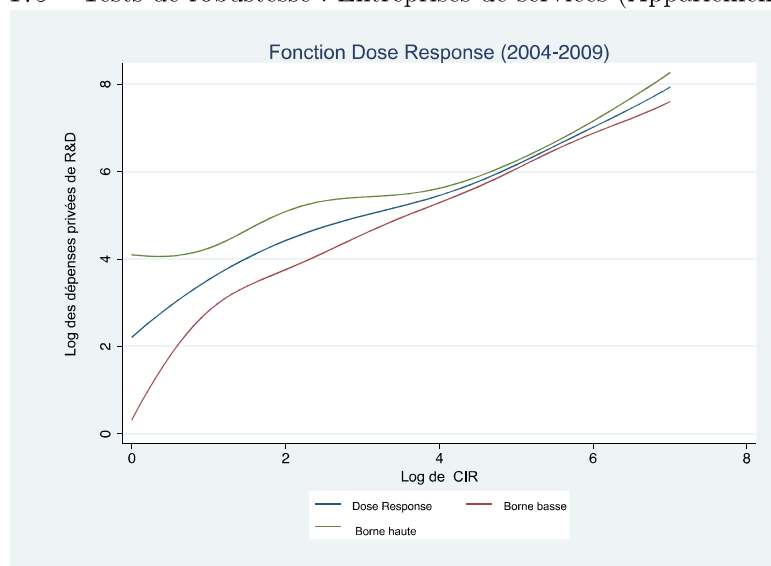


FIGURE 180 – Tests de robustesse : Entreprises de services (Appariement continu)

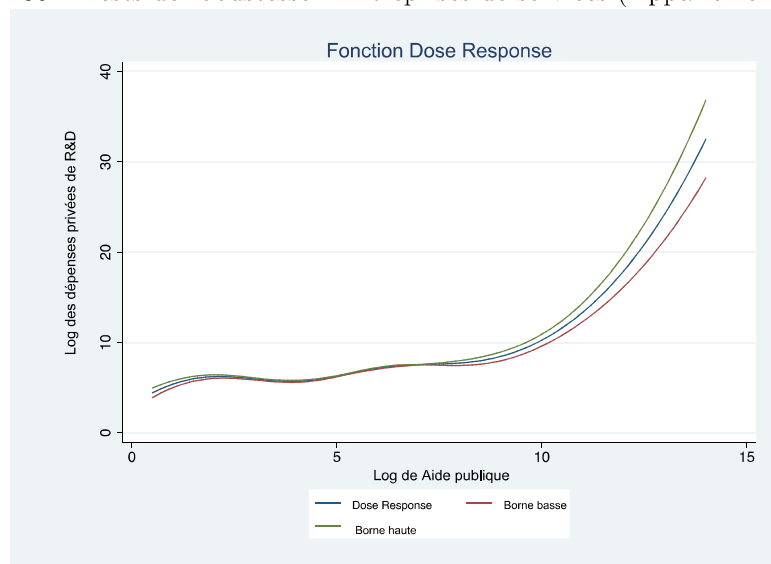


FIGURE 181 – Tests de robustesse : Entreprises de services (Appariement continu)

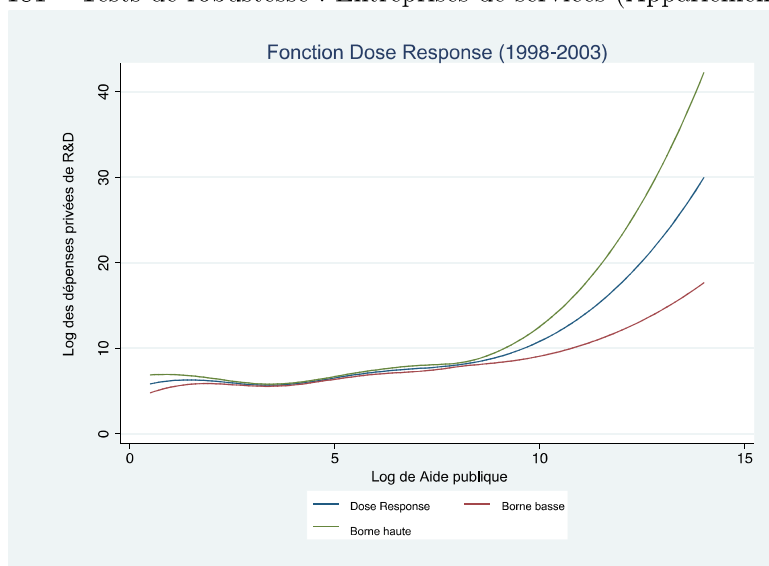


FIGURE 182 – Tests de robustesse : Entreprises de services (Appariement continu)

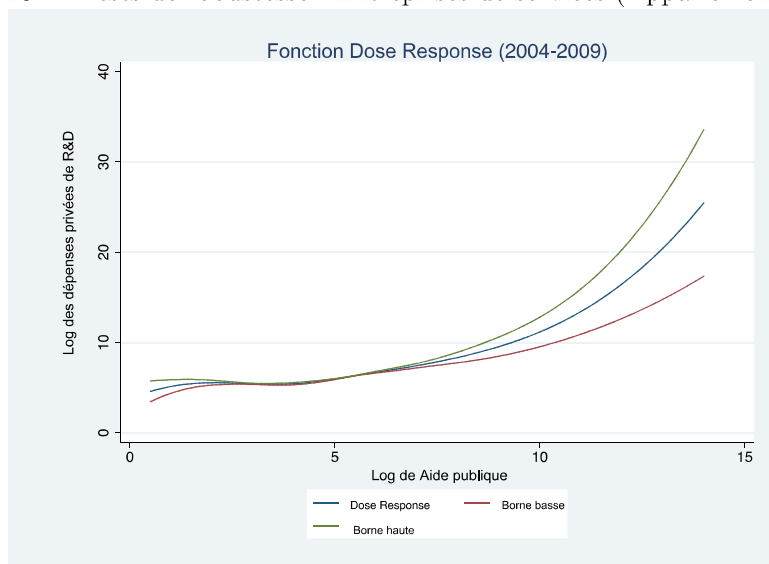


FIGURE 183 – Tests de robustesse : Sans les têtes de groupes fiscaux (Appariement par score de propension)

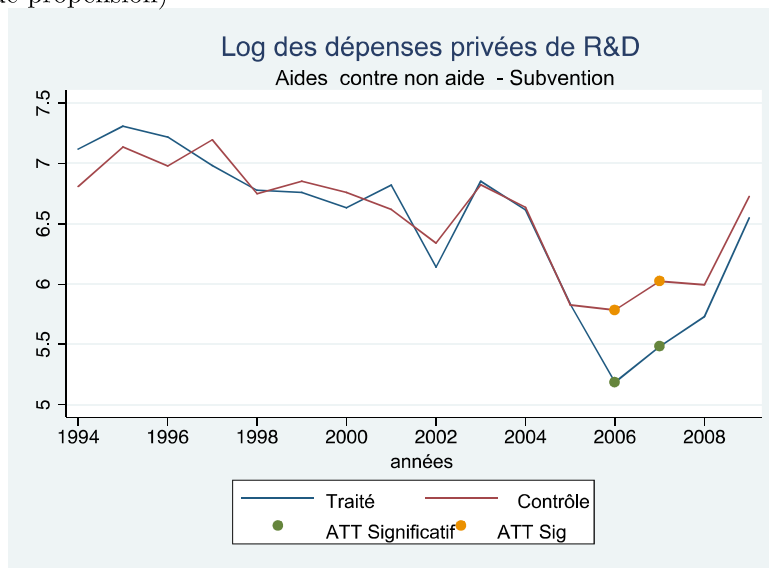


FIGURE 184 – Tests de robustesse : Sans les têtes de groupes fiscaux (Appariement par score de propension)

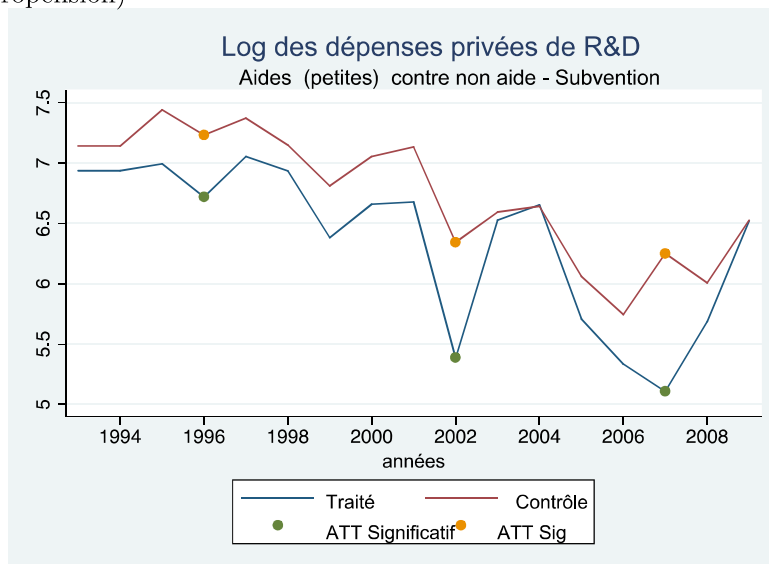


FIGURE 185 – Tests de robustesse : Sans les têtes de groupes fiscaux (Appariement par score de propension)

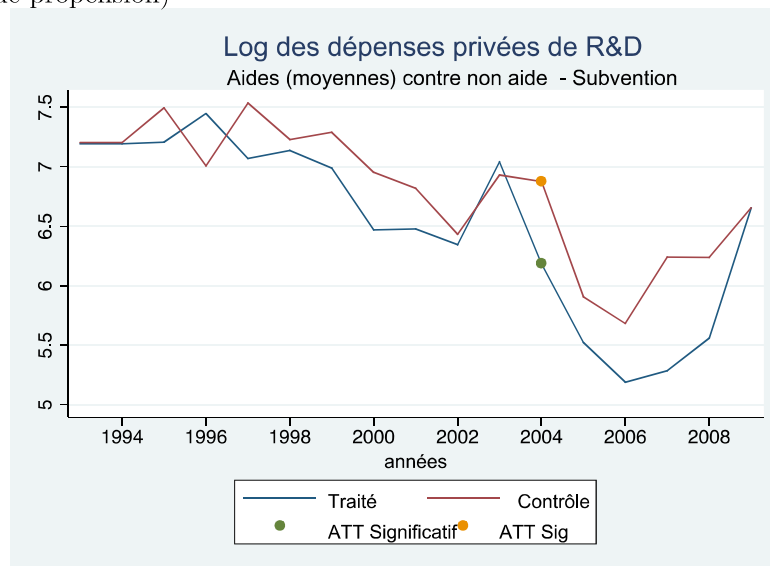


FIGURE 186 – Tests de robustesse : Sans les têtes de groupes fiscaux (Appariement par score de propension)

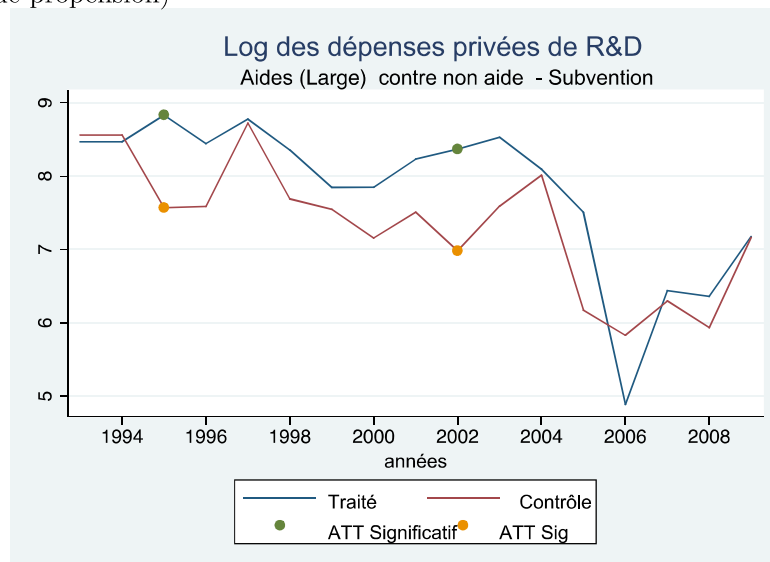


FIGURE 187 – Tests de robustesse : Sans les têtes de groupes fiscaux (Appariement par score de propension)

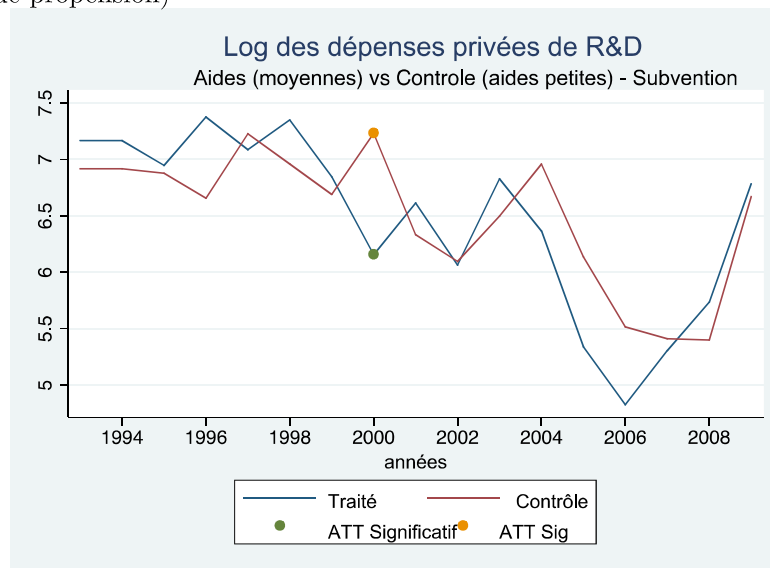


FIGURE 188 – Tests de robustesse : Sans les têtes de groupes fiscaux (Appariement par score de propension)

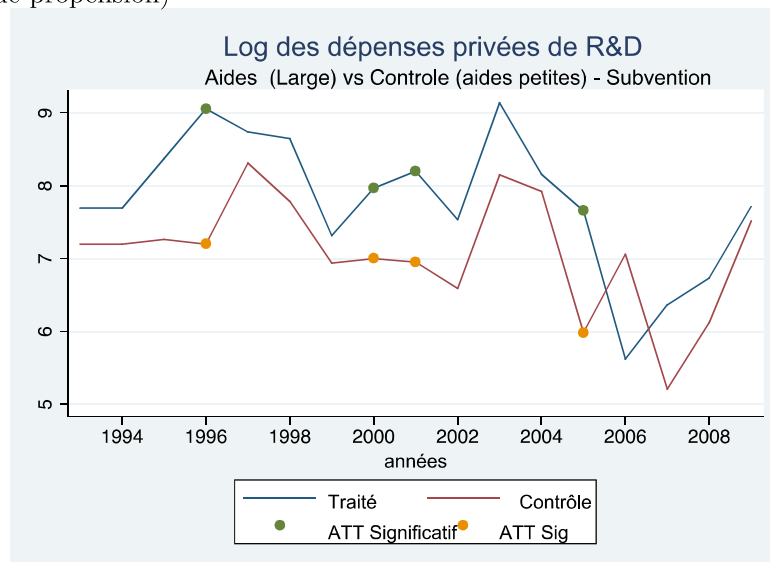


FIGURE 189 – Tests de robustesse : Sans les têtes de groupes fiscaux (Appariement par score de propension)

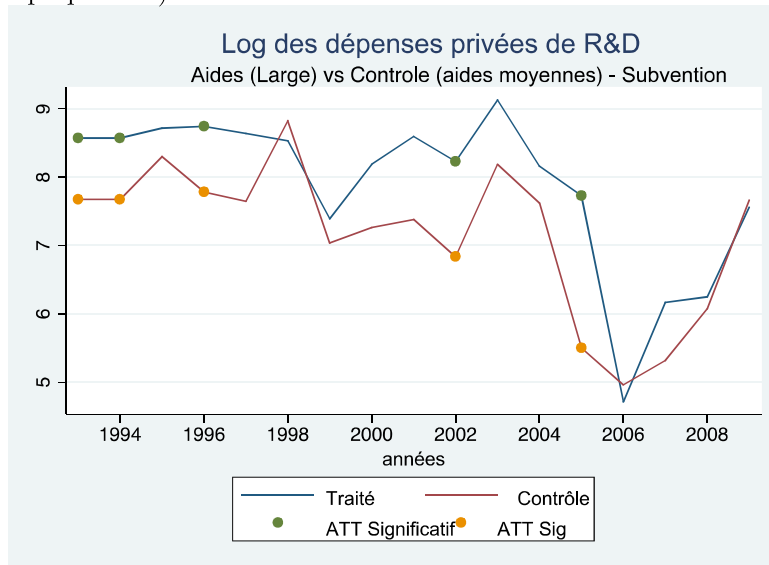


FIGURE 190 – Tests de robustesse : Sans les têtes de groupes fiscaux (Appariement par score de propension)

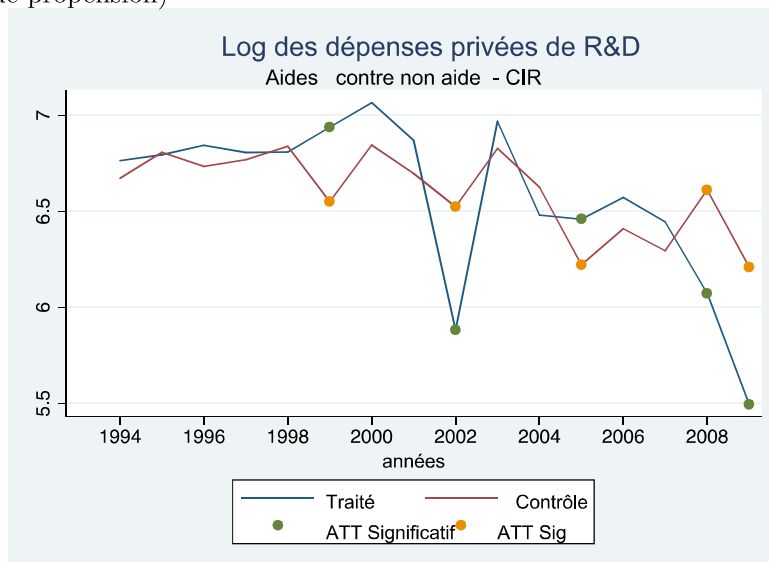


FIGURE 191 – Tests de robustesse : Sans les têtes de groupes fiscaux (Appariement par score de propension)

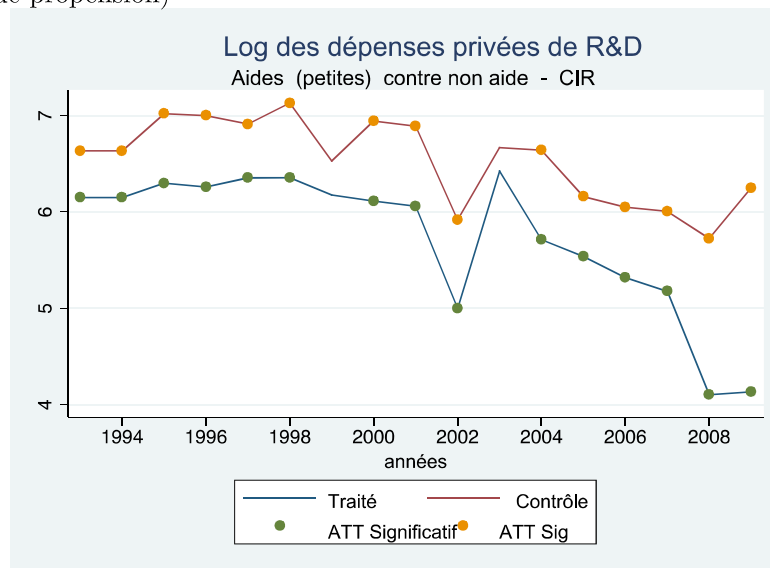


FIGURE 192 – Tests de robustesse : Sans les têtes de groupes fiscaux (Appariement par score de propension)

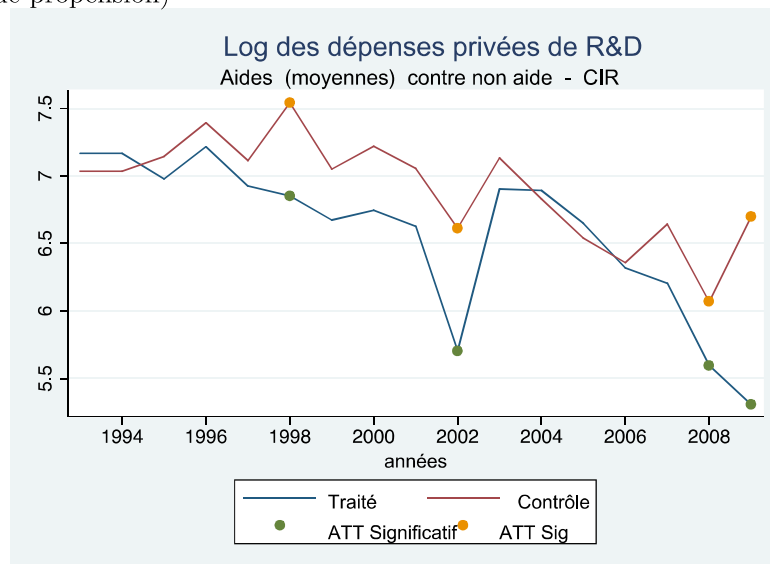


FIGURE 193 – Tests de robustesse : Sans les têtes de groupes fiscaux (Appariement par score de propension)

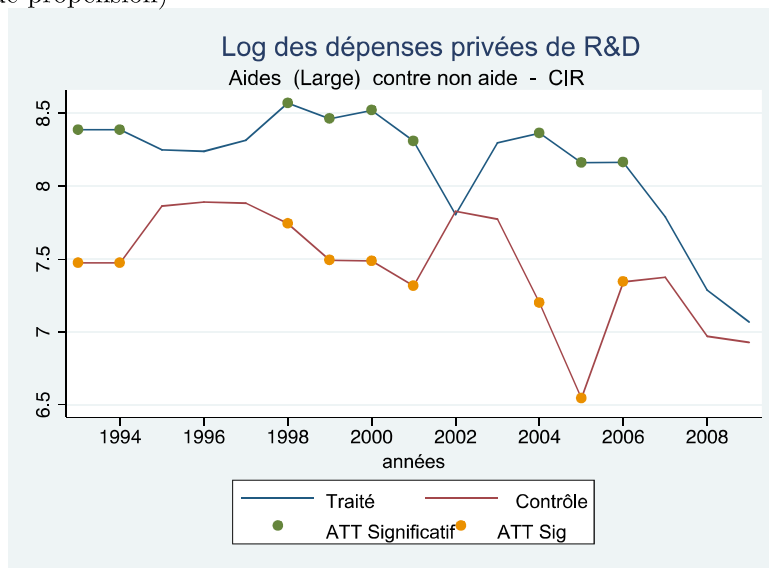


FIGURE 194 – Tests de robustesse : Sans les têtes de groupes fiscaux (Appariement par score de propension)

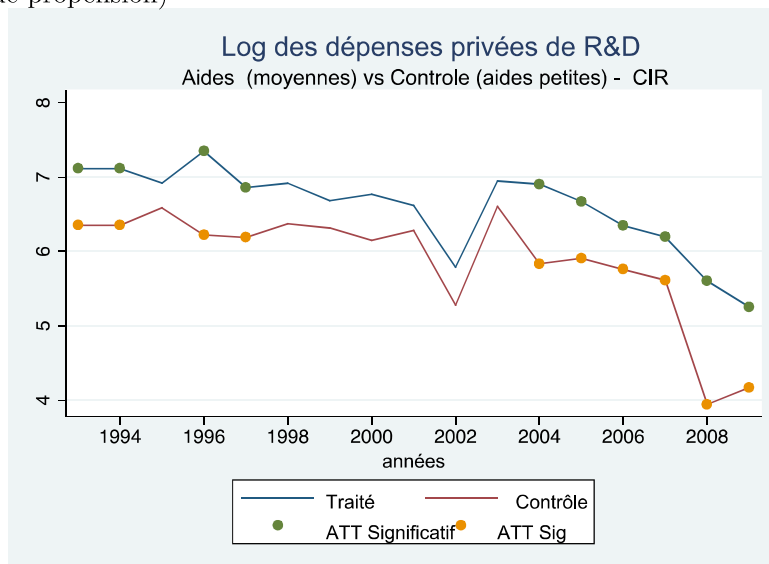




FIGURE 195 – Tests de robustesse : Sans les têtes de groupes fiscaux (Appariement par score de propension)

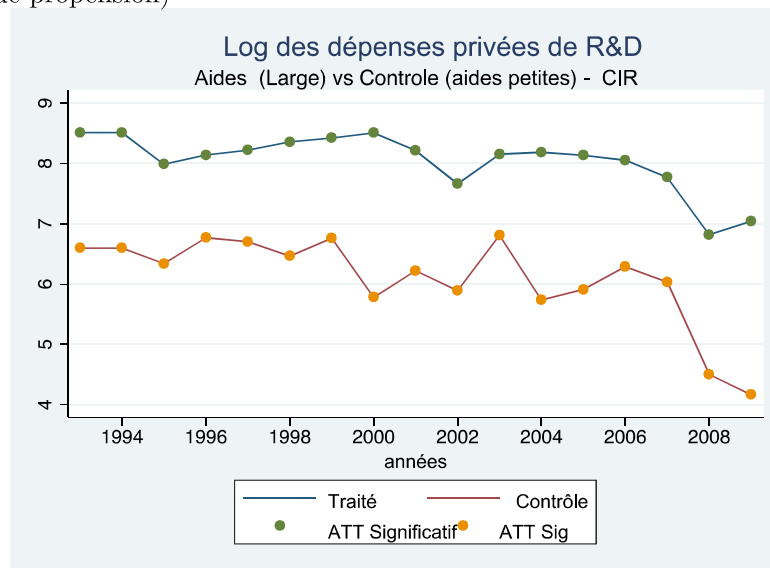


FIGURE 196 – Tests de robustesse : Sans les têtes de groupes fiscaux (Appariement par score de propension)

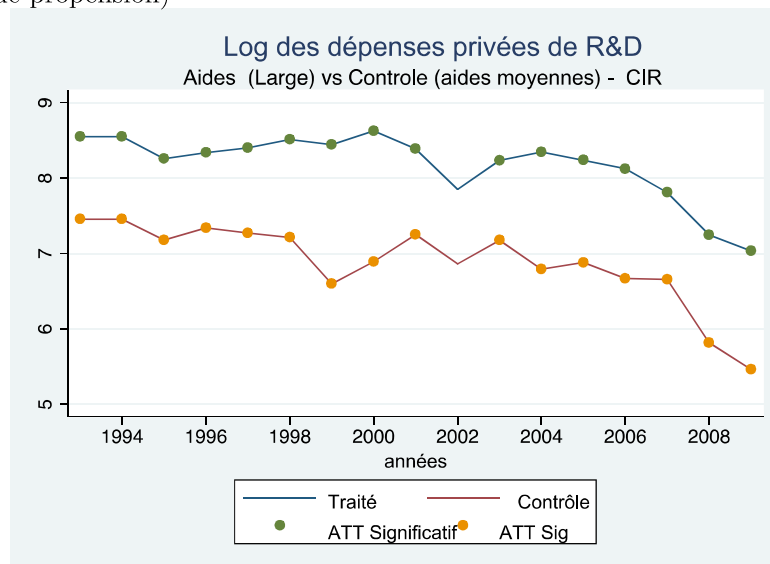


FIGURE 197 – Tests de robustesse : Sans les têtes de groupes fiscaux (Appariement par score de propension)

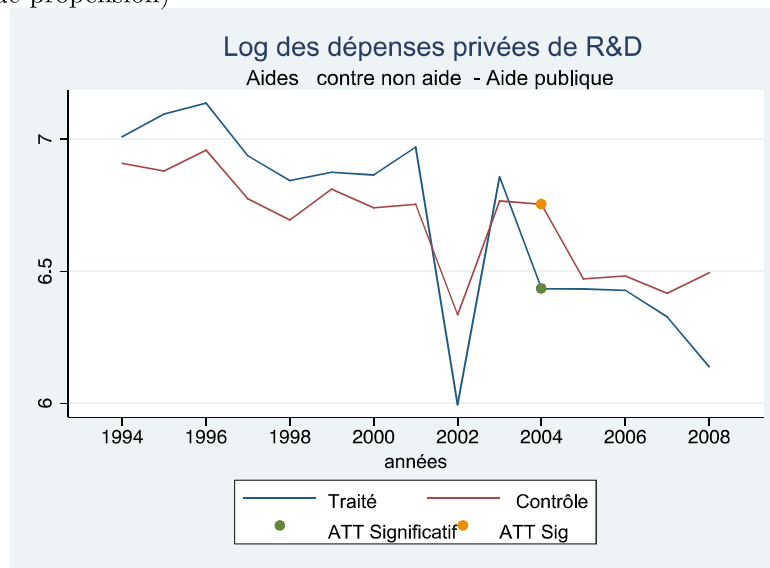


FIGURE 198 – Tests de robustesse : Sans les têtes de groupes fiscaux (Appariement par score de propension)

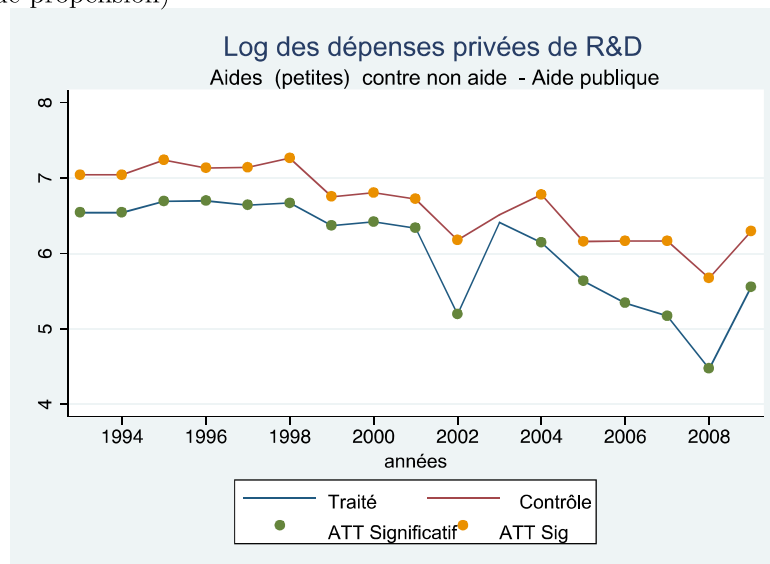


FIGURE 199 – Tests de robustesse : Sans les têtes de groupes fiscaux (Appariement par score de propension)

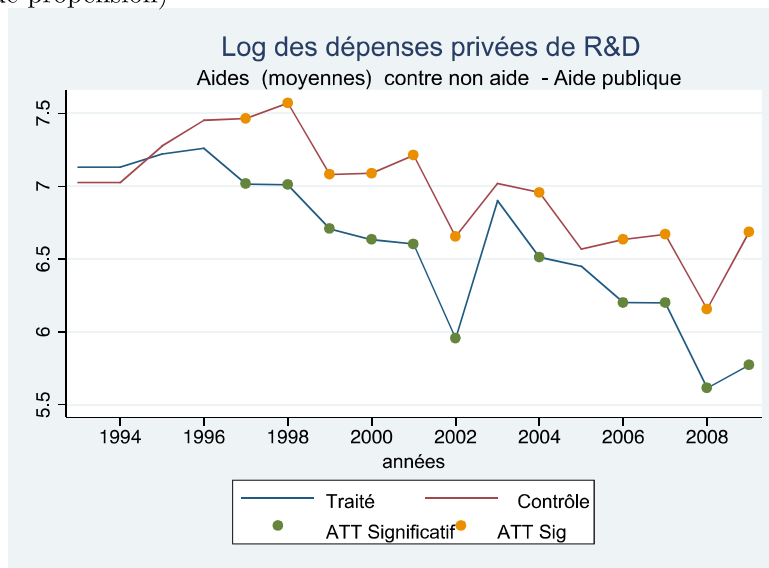


FIGURE 200 – Tests de robustesse : Sans les têtes de groupes fiscaux (Appariement par score de propension)

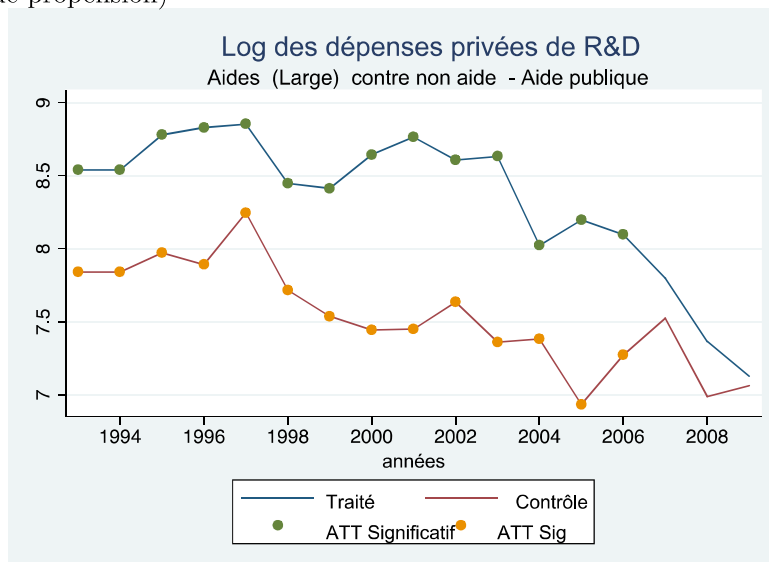


FIGURE 201 – Tests de robustesse : Sans les têtes de groupes fiscaux (Appariement par score de propension)

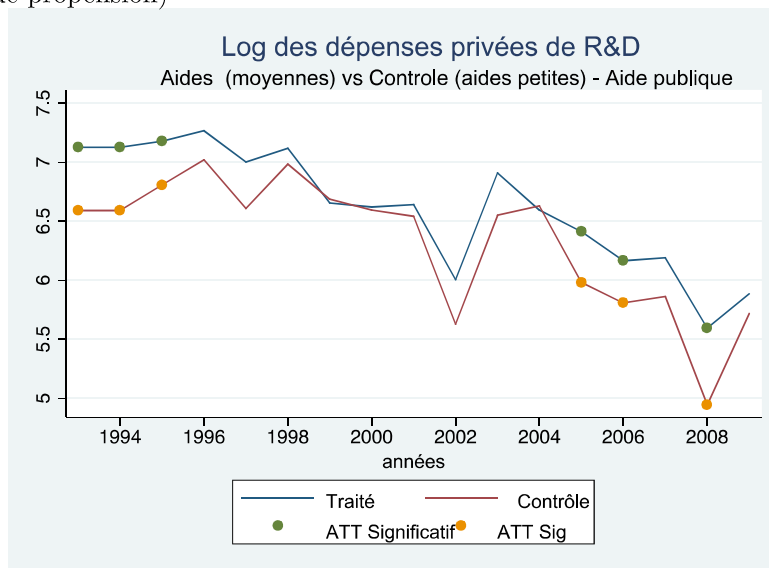


FIGURE 202 – Tests de robustesse : Sans les têtes de groupes fiscaux (Appariement par score de propension)

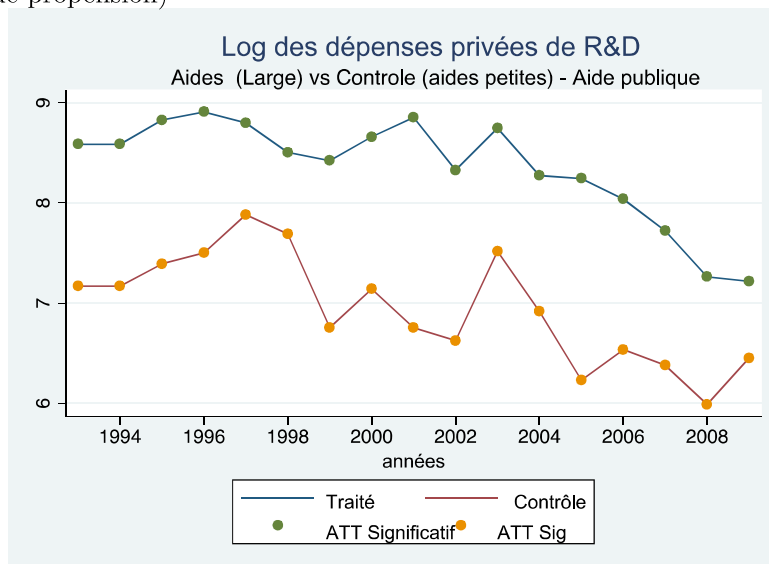


FIGURE 203 – Tests de robustesse : Sans les têtes de groupes fiscaux (Appariement par score de propension)

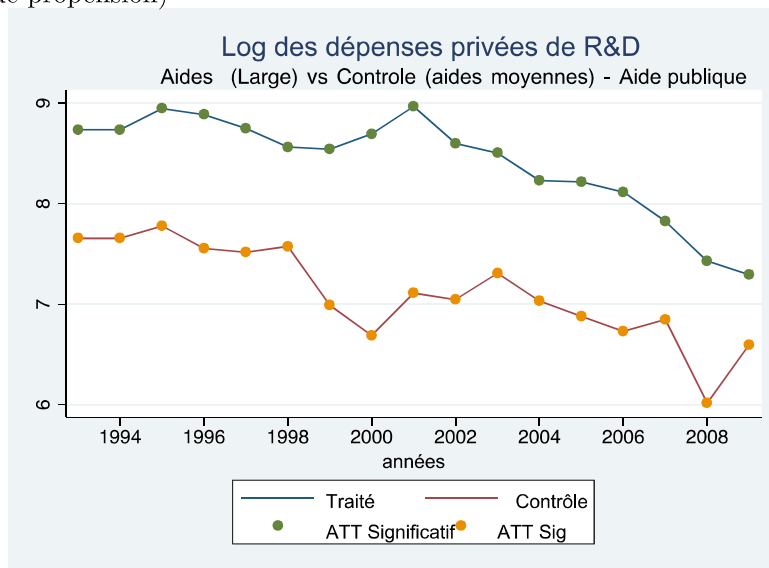


FIGURE 204 – Tests de robustesse : Sans financement du ministère de la défense (Appariement par score de propension)

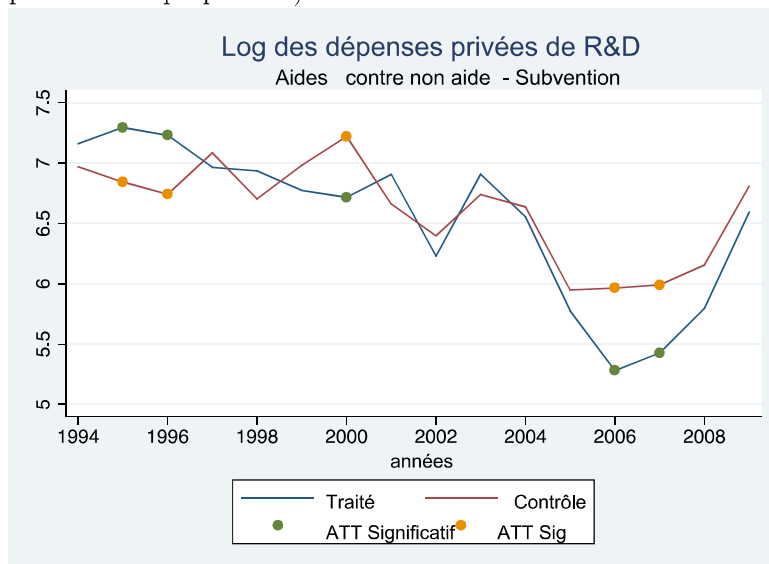


FIGURE 205 – Tests de robustesse : Sans financement du ministère de la défense (Appariement par score de propension)

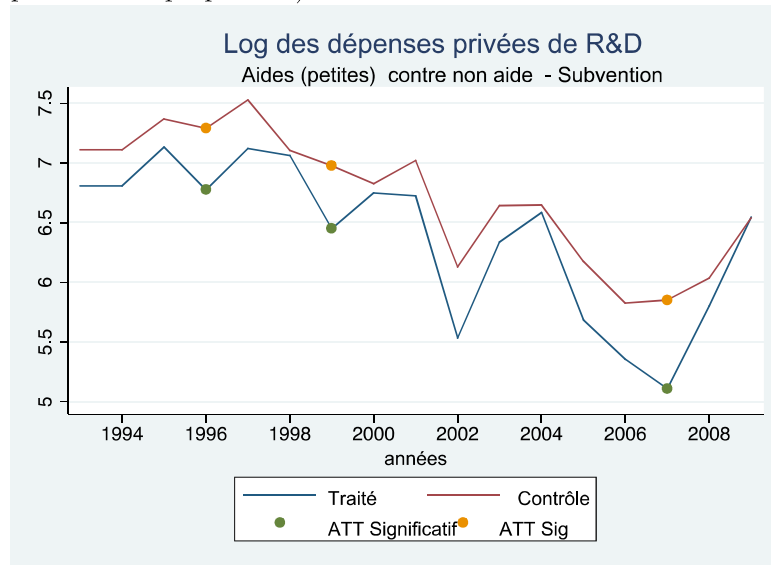


FIGURE 206 – Tests de robustesse : Sans financement du ministère de la défense (Appariement par score de propension)

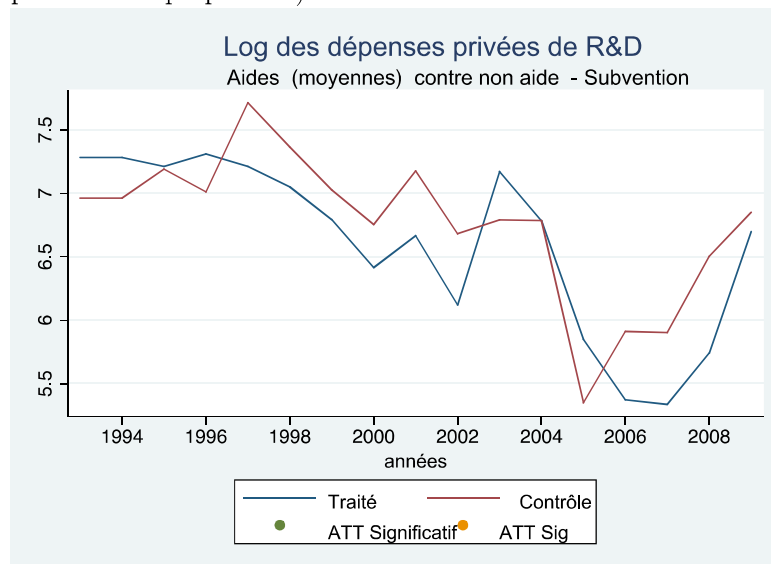


FIGURE 207 – Tests de robustesse : Sans financement du ministère de la défense (Appariement par score de propension)

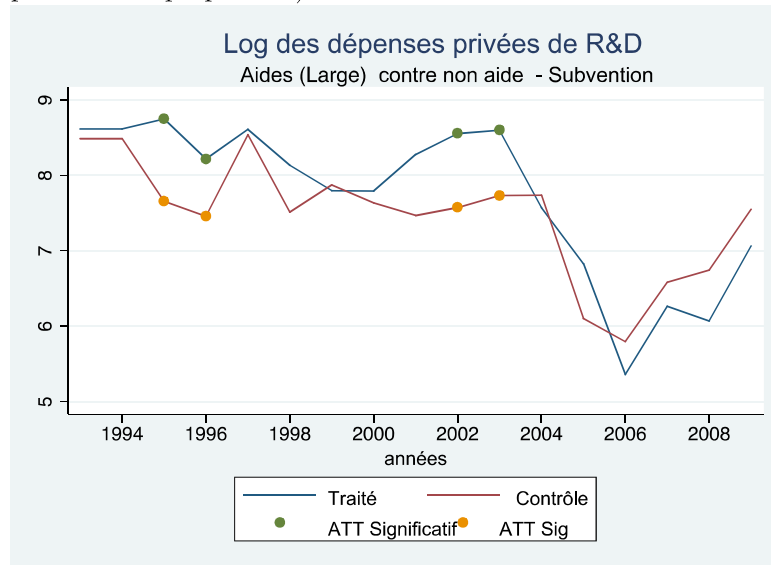


FIGURE 208 – Tests de robustesse : Sans financement du ministère de la défense (Appariement par score de propension)

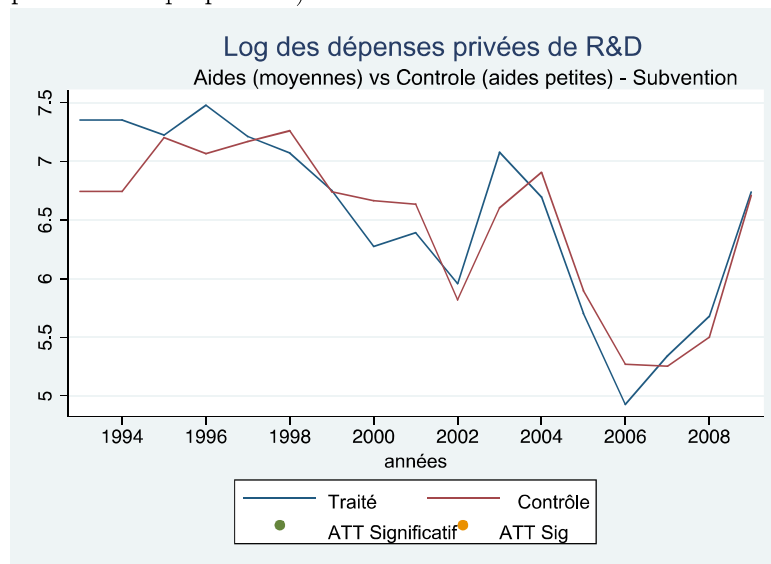


FIGURE 209 – Tests de robustesse : Sans financement du ministère de la défense (Appariement par score de propension)

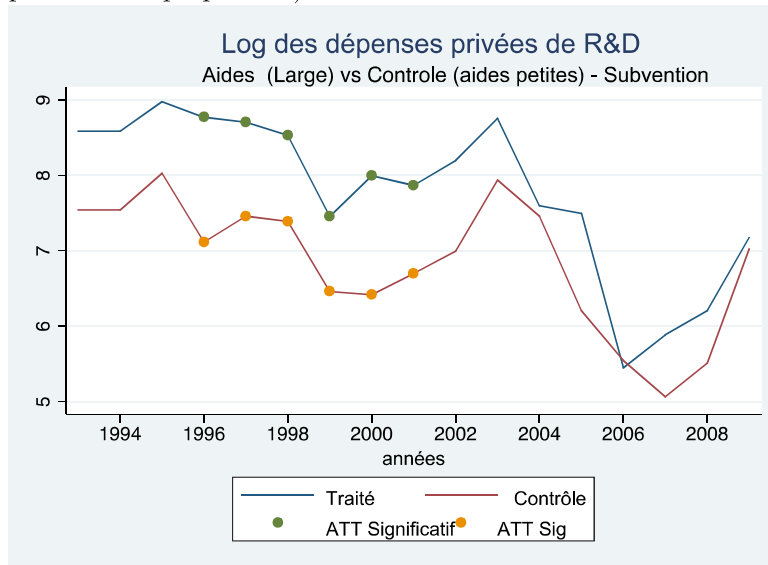


FIGURE 210 – Tests de robustesse : Sans financement du ministère de la défense (Appariement par score de propension)

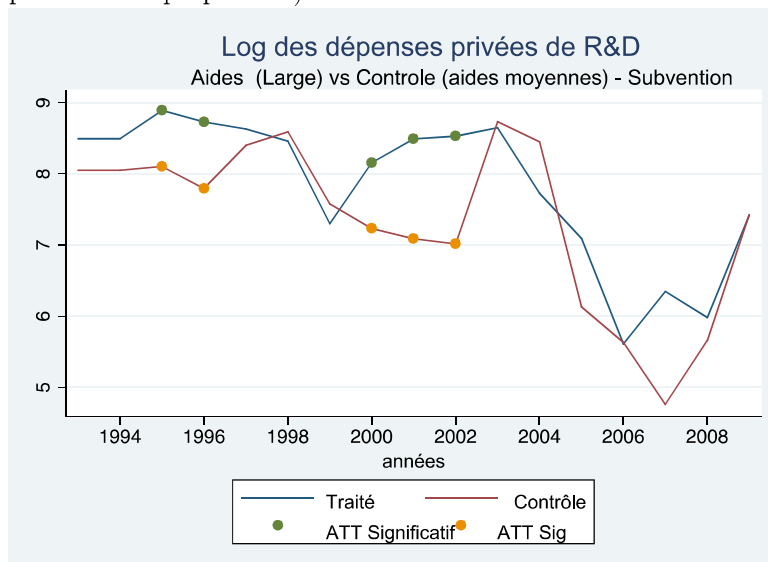




FIGURE 211 – Tests de robustesse : Sans financement du ministère de la défense (Appariement par score de propension)

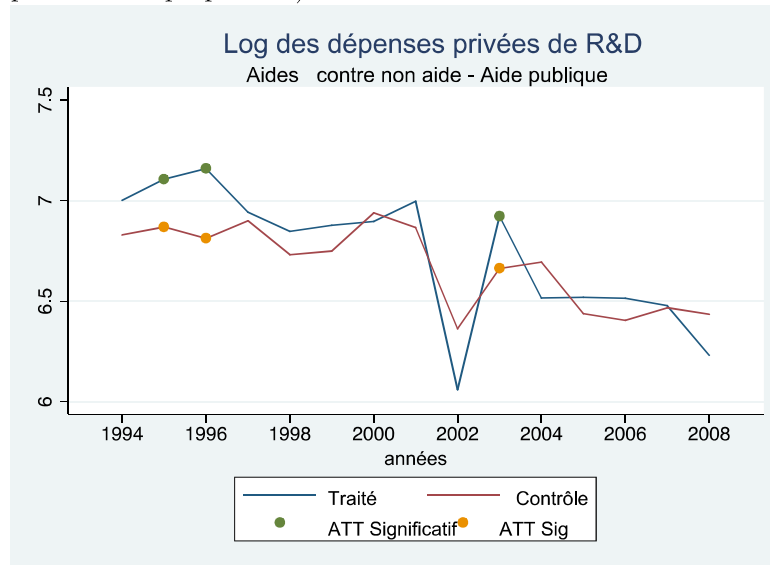


FIGURE 212 – Tests de robustesse : Sans financement du ministère de la défense (Appariement par score de propension)

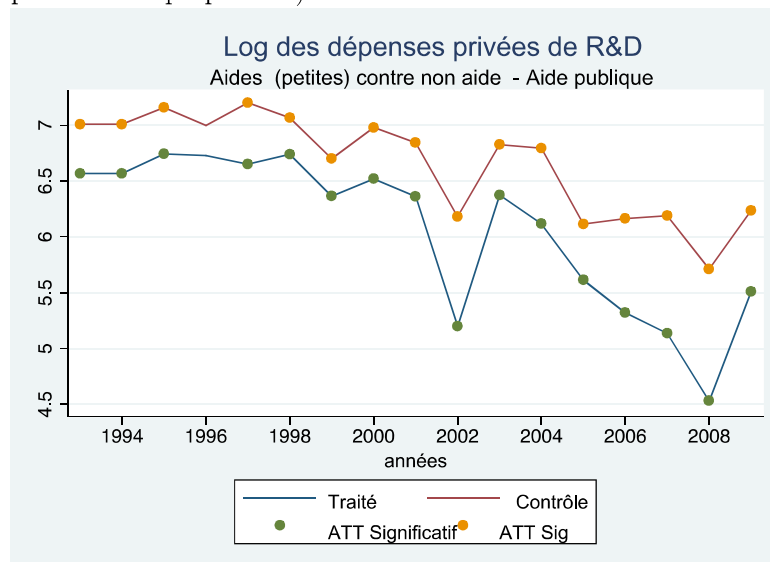


FIGURE 213 – Tests de robustesse : Sans financement du ministère de la défense (Appariement par score de propension)

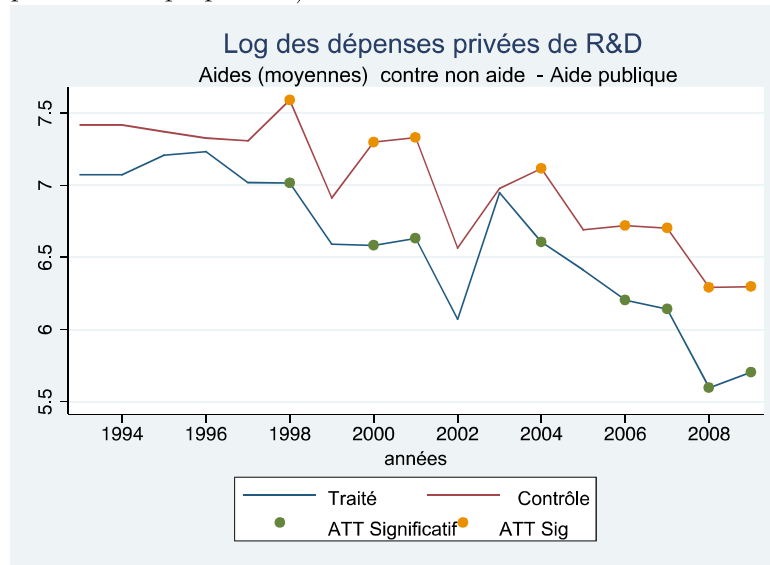


FIGURE 214 – Tests de robustesse : Sans financement du ministère de la défense (Appariement par score de propension)

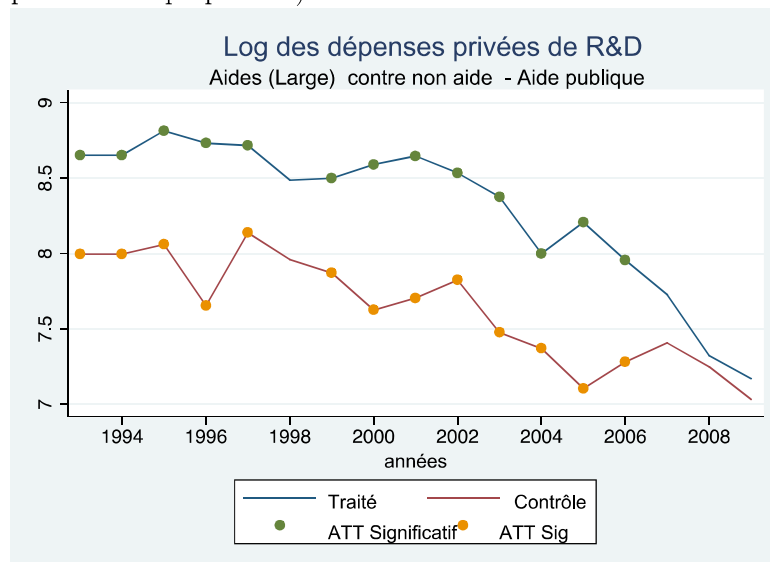


FIGURE 215 – Tests de robustesse : Sans financement du ministère de la défense (Appariement par score de propension)

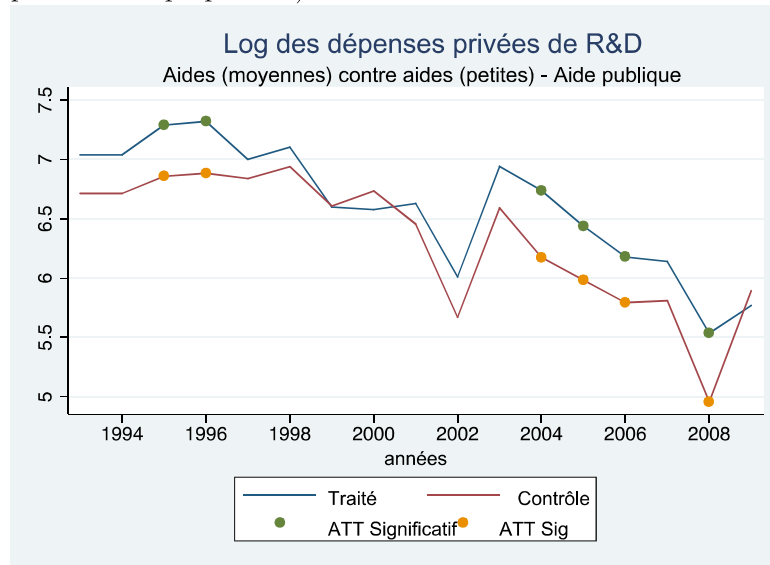


FIGURE 216 – Tests de robustesse : Sans financement du ministère de la défense (Appariement par score de propension)

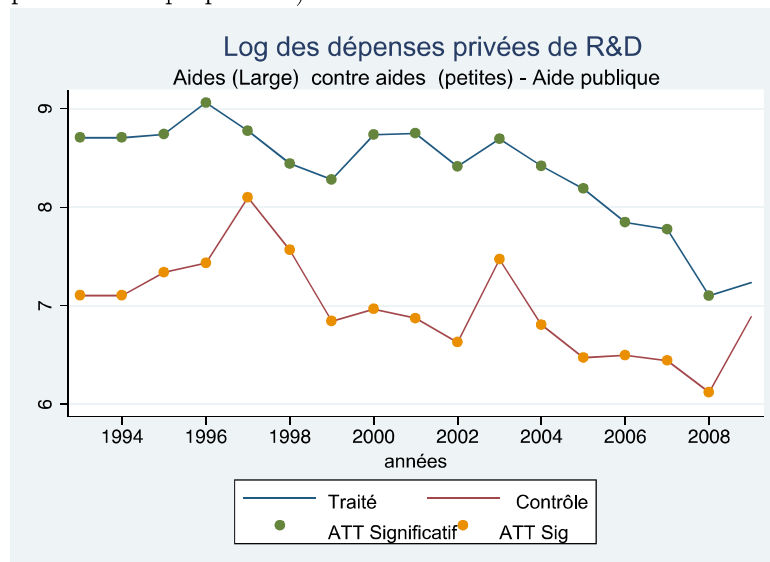


FIGURE 217 – Tests de robustesse : Sans financement du ministère de la défense (Appariement par score de propension)

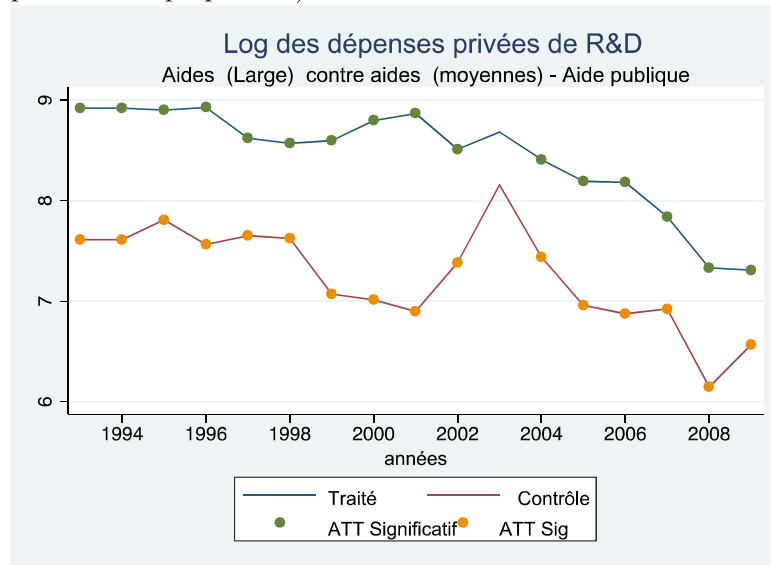


FIGURE 218 – Tests de robustesse : Sans financement du ministère de la défense (Appariement continu)

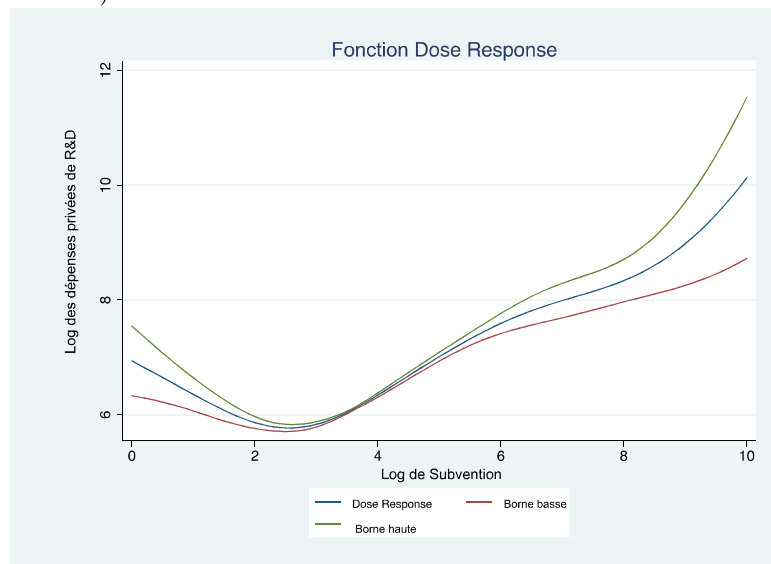


FIGURE 219 – Tests de robustesse : Sans financement du ministère de la défense (Appariement continu)

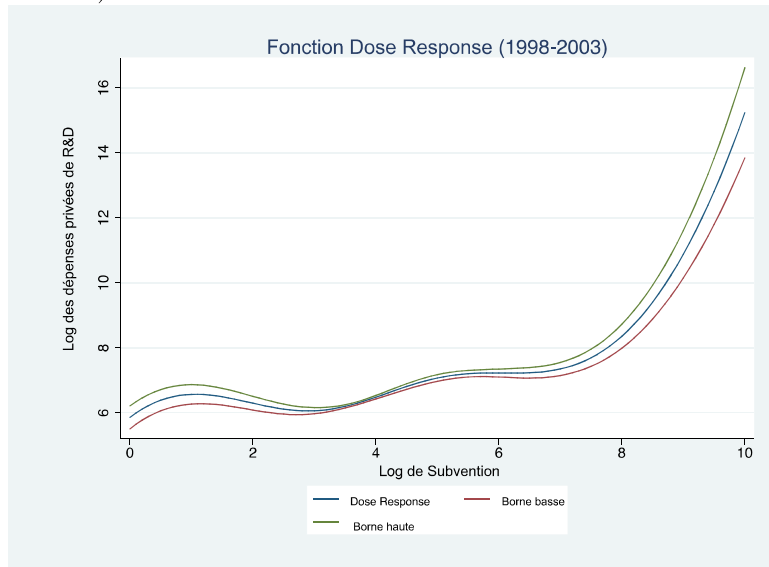


FIGURE 220 – Tests de robustesse : Sans financement du ministère de la défense (Appariement continu)

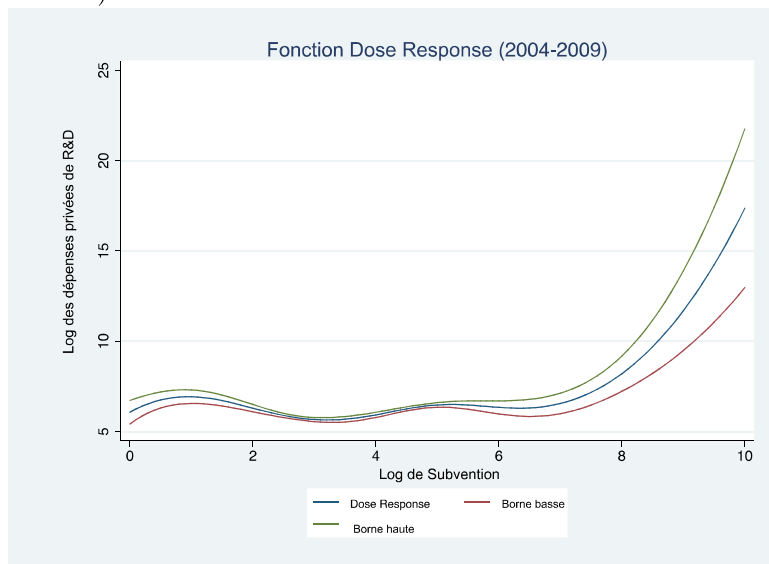


FIGURE 221 – Tests de robustesse : Sans financement du ministère de la défense (Appariement continu)

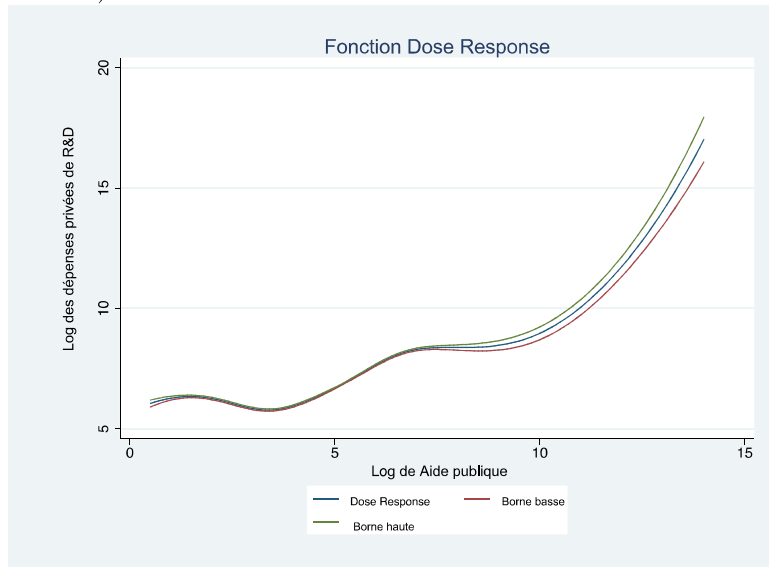


FIGURE 222 – Tests de robustesse : Sans financement du ministère de la défense (Appariement continu)

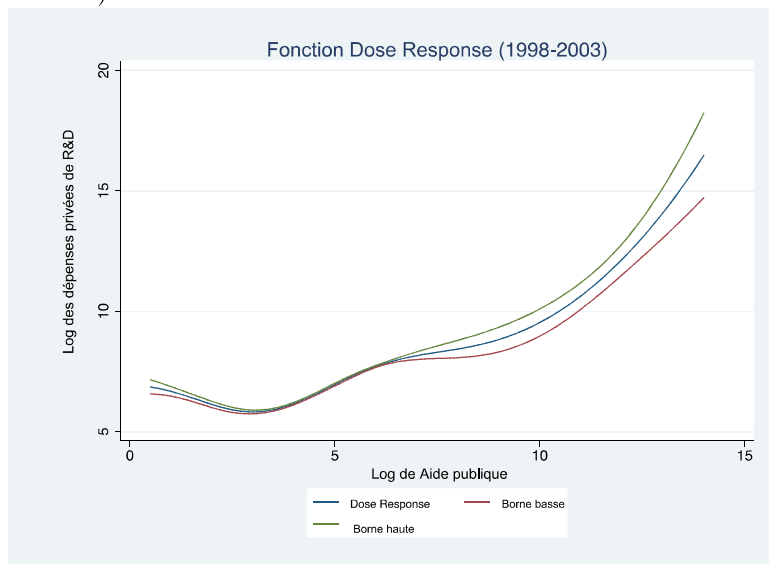


FIGURE 223 – Tests de robustesse : Sans financement du ministère de la défense (Appariement continu)

