



Evaluation quantitative des politiques d'innovation fondées sur les relations science-industrie : cas des instituts de recherche technologique rhônalpins

Ruben Fotso

► To cite this version:

Ruben Fotso. Evaluation quantitative des politiques d'innovation fondées sur les relations science-industrie : cas des instituts de recherche technologique rhônalpins. Economies et finances. Université de Lyon, 2019. Français. NNT : 2019LYSES037 . tel-02893645

HAL Id: tel-02893645

<https://theses.hal.science/tel-02893645>

Submitted on 8 Jul 2020

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

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



N° d'ordre NNT : 2019LYSES037

THESE DE DOCTORAT DE L'UNIVERSITE DE LYON

opérée au sein de

L'Université Jean Monnet Saint-Etienne

École Doctorale N° 486

École Doctorale de Sciences Économiques et de Gestion

Spécialité / discipline de doctorat : Économie

Soutenue publiquement le 18/Septembre/2019, par :

(Ruben Fotso)

Évaluation quantitative des politiques d'innovation fondées sur les relations science-Industrie : Cas des Instituts de Recherche Technologique Rhônealpins

Devant le jury composé de :

Plunket, anne	Professeure en économie	Université Paris Sud	Rapporteuse, Présidente
L'horty, yannick	Professeur en économie	Université Paris-Est Marne-La-Vallée	Rapporteur
Guellec, dominique	Conseiller scientifique	OST	Examinateur
Ragué, bruno	Directeur Adjoint	IRT Nanoelec	Examinateur
Autant-Bernard, corinne	Professeure en économie	Université de Saint-Étienne	Directrice de thèse
Massard, nadine	Professeure en économie	Université Grenoble Alpes	Co-directrice de thèse

Dédicace à mon feu père, *Papa Noumsi*

Remerciements

La thèse de doctorat est un travail de recherche certes individuel mais son cheminement et son aboutissement sont plus ou moins influencés par plusieurs personnes qui y sont directement ou indirectement impliquées. Toutes ces personnes méritent une attention particulière et surtout ma gratitude.

Mes premiers remerciements vont à l'endroit de mes deux directrices de thèse *Corinne Autant-Bernard* et *Nadine Massard* pour leurs conseils et leur accompagnement durant toutes ces dernières années. Tout à d'abord, j'aimerais exprimer toute ma sincère gratitude et ma profonde reconnaissance à *Corinne* pour m'avoir fait confiance et pour avoir cru en moi dès le début de ce défi. Tes conseils, tes remarques constructives et nos échanges ont été plus que d'une grande importance afin d'améliorer la qualité de cette thèse. Je te remercie aussi d'avoir toujours pris en compte dans ce cheminement, ma situation personnelle, familiale et mes ambitions professionnelles. Par ailleurs, je profite de cette occasion pour une fois de plus t'être reconnaissant et te remercier pour m'avoir initié à la recherche en encadrant mes tout premiers travaux de recherche en Master I Ingénierie économique et Master II GAEXA à l'Université de Saint-Etienne. C'est dire que la confiance que tu portes en moi date depuis longtemps. J'aimerais aussi remercier profondément ma co-directrice de thèse *Nadine*, pour avoir accepté faire partie de cette aventure et pour m'avoir appris le sens de la rigueur dans le travail de recherche. Tes précieux conseils, ton expertise et tes remarques toujours pertinentes ont joué un rôle significatif et déterminant dans l'accomplissement de mes travaux de recherche. Je te suis profondément reconnaissant.

Je remercie également la Région Auvergne-Rhône-Alpes pour avoir financé mes travaux de recherche durant trois années ainsi que l'Université de Saint-Etienne pour m'avoir permis de terminer ma thèse à travers le contrat ATER.

Durant ma thèse de doctorat, j'ai eu l'opportunité et le plaisir de rencontrer et d'interagir avec les membres académiques et administratifs du laboratoire GATE LSE. Je tiens donc à remercier chacun et chacune d'entre eux pour leur attention portée à mon égard et pour les bons moments partagés : *Antoinette, Philippe, Michel, Stéphane, Mostapha, Magali, Pascal, Adrien, Richard, Nicolas, Alban, Nelly, Julien, Sylvie, Sylvia, Alain, Marchella, Adhen et Mark*.

Cette thèse n'aurait pu se faire sans comprendre le fonctionnement réel des IRT et les enjeux de l'évaluation de ces nouveaux dispositifs. A cet effet, je tiens à remercier *Mr Bruno Ragué*, Directeur Adjoint de l'IRT Nanoelec qui m'a toujours accordé son temps afin de me permettre de mieux appréhender les réalités des IRT. Merci beaucoup pour ces échanges instructifs et informatifs.

Je souhaiterais remercier ma maman *Marceline*, mes frères et sœurs *Albert, Emilienne, Leocadie, Solange, Hermann, Laura, Peggy et Marius* ainsi que leurs conjoint(e)s pour leur soutien incessant. Je n'oublie pas mes neveux et nièces en particulier *Stéphane, Franck, Melissa, Cynthia, Albino, Liliane, Paoline, Michelle*. Je ne saurai terminer sans

remercier ma belle famille *Papa et Maman Tagatio, Carine, Isabelle, Narcisse, Tatiana et Patricia* pour leur encouragement perpétuel et leur soutien indéfectible.

Merci à toi mon aîné, mon frère, mon ami, mon parrain *Florentin Kamga* pour tous tes conseils aussi bien sur le plan personnel que professionnel. Tu as toujours su trouver les mots justes pour m'encourager dans cette grande aventure. Merci pour ces moments partagés pendant les pauses de midi au restaurant. Merci à mes amis *Mirabelle, Christelle, Amoros et Mark* qui ont été toujours là pour moi et qui n'ont jamais cessé de me soutenir et de m'encourager dans ce challenge.

Mes derniers remerciements mais pas des moindres sont adressés à ma chère et tendre épouse, *Stéphanie*. J'aimerais te dire à quel point je suis très heureux de t'avoir auprès de moi malgré la distance qui nous sépare. Je te suis profondément reconnaissant pour m'avoir soutenu depuis le début de ce projet. Ton amour, ta compréhension et ton attitude m'ont encouragé jour après jour à surmonter les moments les plus difficiles.

Je remercie aussi toutes les personnes que je n'ai pas eu la présence d'esprit de citer leurs noms, qui de près ou de loin ont joué un rôle dans cette thèse de doctorat.

Résumé

Dans un contexte où les politiques d'innovation fondées sur les relations science-industrie se développent dans la plupart des pays développés, engendrant d'importantes dépenses publiques, et caractérisées par une variété d'instruments, l'impact réel de ces politiques sur les bénéficiaires directs et indirects reste mal connu d'un point de vue empirique. Cette thèse vise à apporter un éclairage sur cette question en analysant et en évaluant les effets directs et indirects des Instituts de Recherche Technologique (IRT) Rhônalpins qui sont l'un des dispositifs des politiques basées sur les transferts science-industrie, créés en France dans le cadre du Programme d'Investissement d'Avenir (PIA). Tout d'abord, cette thèse analyse et évalue les effets directs des IRT sur les performances socio-économiques des Petites et Moyennes Entreprises (PMEs), clientes et partenaires de ces IRT et cherche à savoir dans quelle mesure la durée de participation et le type d'aide reçu¹ jouent un rôle dans l'efficacité des IRT. Afin de répondre à ces questions, un modèle de différence-en-différence combiné aux méthodes d'appariement est appliqué. Les résultats montrent un effet direct positif sur le chiffre d'affaires net et l'autonomie financière des PME et indiquent que cet effet varie en fonction de la durée de participation et du type d'aide reçu. Par ailleurs, le type d'aide jouerait un rôle plus important que la durée de traitement dans l'efficacité des IRT. Ensuite, nous estimons les effets indirects sur les performances socio-économiques des PME non-directement bénéficiaires, localisées dans la zone traitée. Pour cela, nous définissons un cadre d'évaluation des effets indirects, et appliquons le modèle de différence-en-différence combiné avec les méthodes d'appariement. Les résultats montrent que l'IRT a eu les effets indirects positifs sur le chiffre d'affaires net, l'autonomie financière et la part des cadres et que les effets indirects n'apparaissent pas immédiatement après le traitement mais quelques années plus tard. Enfin, ce travail de recherche estime et analyse les effets directs des IRT sur les performances de R&D des grandes entreprises, membres fondateurs privés de ces IRT. Pour ce faire, deux modèles sont estimés : le modèle à tendance aléatoire communément appelé "Random trend model" et le modèle de contrôle synthétique. Les résultats du premier modèle indiquent que la participation aux IRT a eu un effet direct additionnel sur les dépenses totales de R&D nettes des fonds publics et que ces dépenses sont largement autofinancées et utilisées à l'extérieur de l'entreprise à travers les collaborations et les sous-traitances. Quant aux résultats du deuxième modèle, ils montrent qu'une seule entreprise a des effets quasi-systématiques sur tous les indicateurs de performance de R&D².

Mots-clés : relations science-industrie, politique d'innovation, effets directs, effets indirects, évaluation, PME, Grande entreprise, économétrie appliquée et de l'évaluation.

1. Il s'agit des types de relation contractuelle avec l'IRT

2. Les dépenses totales de R&D nettes des fonds publics, les dépenses intérieures de R&D, les dépenses extérieures de R&D, l'autofinancement de R&D, l'intensité de R&D et l'effectif de R&D

Abstract

In a context where innovation policies based on science-industry relationships are developing in most developed countries, generating significant public spending, and characterized by a variety of instruments, the real impact of these policies on direct and indirect beneficiaries remains poorly understood from an empirical point. This thesis aims to shed light on this question by analyzing and evaluating the direct and indirect effects of the Rhônealpins Technological Research Institutes (TRI), which are one of the devices of science-industry transfer-based policies, created in France within the framework of the Future Investment Program (FIP).

First, this PhD thesis analyzes and evaluates the direct effects of the TRI on socio-economic performance of small and medium-sized enterprises (SMEs), clients and partners of these TRI and seeks to know to what extent the duration of participation and the type of treatment³ play a role in the effectiveness of the TRI. In order to address these questions, a difference-in-difference model combined with matching methods is applied. The results show a direct positive effect on the net turnover and the financial autonomy of beneficiary SMEs and indicate that this effect varies depending on the duration of treatment and the type of treatment. In addition, the type of treatment would play a more important role than the duration of treatment in the effectiveness of TRI.

Second, we estimate the indirect effects on socio-economic performance of non-directly beneficiary SMEs, localized in the treated area. To achieve this, we define an evaluation framework of indirect effects, and apply a difference-in-difference model combined with the matching methods. The results show that the TRI had indirect positive effects on net turnover, financial autonomy and part of executives and that these indirect effects do not appear immediately after the treatment but a few years later.

Finally, this research work aims to estimate the direct effects of TRI on the R&D performance of large companies, private founding members of these TRI. To do this, two models are estimated : The random trend model and the synthetic control model. The results from first model indicate that the participation in TRI had an additional direct effect on R&D total expenditures net of public funds and that these expenditures are largely self-financed and used outside the firm through collaborations and subcontracting. Regarding the results from second model, they show that a single firm has quasi-systematic effects on all the performance indicators of R&D⁴.

Keywords : science-industry relationships, innovation policy, direct effects, indirect effects, evaluation, SMEs, Large enterprise, applied and evaluation econometrics.

3. These are the types of contractual relationship with the TRI

4. The R&D total expenditure net of public funds, the R&D domestic expenses, R&D external expenses, R&D self-financing, R&D intensity and R&D workforce

Table des matières

Table des figures	xxi
Liste des tableaux	xxi
Introduction générale	17
1. Contexte général	17
2. La politique des IRT en France	17
2.1 IRT Nanoelec	17
2.2 IRT Bioaster	17
3. Objectifs et questions de recherche	17
4. Méthodologie et résultats	17
4.1 Impact sur les Petites et Moyennes Entreprises (PMEs)	17
4.2 Impact sur les grandes entreprises	17
5. Contributions de la thèse	17
6. Structuration de la thèse	17
1 Cadre conceptuel des politiques d'innovation fondées sur les relations science-industrie	19
1.1 Introduction	19
1.2 Fondements des politiques d'innovation fondées sur les relations science-industrie	20
1.2.1 Fondements généraux des politiques d'innovation	20
1.2.2 Fondements plus spécifiques aux relations science-industrie et au contexte français	26
1.2.3 Rôles et impacts attendus des relations science-industrie	30
1.2.4 Rôles et bénéfices attendus des plateformes	36
1.3 Les enjeux de l'évaluation des politiques fondées sur les relations science-industrie	38
1.3.1 Fondements généraux de l'évaluation des politiques d'innovation	38
1.3.2 Les enjeux de l'évaluation des IRT	41

1.4	Conclusion	44
2	Évaluation de l'efficacité des plateformes technologiques en tant qu'outil de diffusion technologique : L'impact des Instituts de Recherche Technologique Français sur les performances des PME	47
2.1	Introduction	47
2.2	Revue de littérature	49
2.2.1	Littérature empirique : Impact des dispositifs de type science-industrie	49
2.2.2	La plateforme IRT et les actions en faveur des PME dans l'IRT Nanoelec	52
2.3	La stratégie économétrique d'évaluation	56
2.4	Données et variables de résultat	58
2.4.1	Données	58
2.4.2	Variables de résultat	61
2.5	Résultats	62
2.5.1	Appariement	62
2.5.2	Impact moyen de l'IRT sur les performances des PME	65
2.5.3	Hétérogénéité dans l'intensité de traitement : Relation entre durée de traitement et effets de l'IRT	67
2.5.4	Hétérogénéité dans le type de traitement : Relation entre types de traitement et effets de l'IRT	70
2.5.5	Hétérogénéité dans l'interaction entre l'intensité de participation et le type de traitement	72
2.6	Tests de robustesse	74
2.6.1	Tester l'hypothèse des tendances égales	74
2.6.2	Analyse de sensibilité : Utilisation d'un groupe de contrôle différent	76
2.6.3	Analyse de la sensibilité : Analyse intertemporelle des effets	76
2.7	Conclusion	77
3	Estimation des effets indirects des politiques d'innovation fondées sur les relations science-industrie : L'impact des Instituts de Recherche	

Technologique Français sur les performances des PME non-bénéficiaires. 81

3.1	Introduction	81
3.2	Revue de littérature	84
3.2.1	Cadre théorique : Proximité géographique et effets indirects des politiques territoriales d'innovation	84
3.2.2	Littérature empirique : Evaluation des effets indirects des dispositifs de type transfert science-industrie	89
3.3	Stratégie économétrique d'évaluation	92
3.4	Données et variables de résultat	96
3.5	Résultats	97
3.5.1	Sélection des entreprises de contrôle : Appariement	97
3.5.2	Effet indirect permanent sur les performances des PME non-bénéficiaires	99
3.5.3	Effet indirect annuel sur les performances des PME non-bénéficiaires	104
3.5.4	Synthèse entre l'effet direct et l'effet indirect	107
3.6	Tests de robustesse	109
3.6.1	Tester l'hypothèse des tendances communes	109
3.6.2	Utilisation d'un groupe de contrôle différent	110
3.7	Conclusion	111
4	Évaluation quantitative des effets directs des politiques de type de transfert science-industrie sur les grandes entreprises à l'aide du modèle de contrôle synthétique et du modèle à tendance aléatoire : Une application aux IRT Rhônealpins	115
4.1	Introduction	115
4.2	Littérature sur l'évaluation des grandes entreprises	118
4.3	La stratégie économétrique d'évaluation	123
4.3.1	Méthode de contrôle synthétique (MCS)	123
4.3.2	Modèle à tendance aléatoire	134
4.4	Données et statistiques descriptives	135
4.4.1	Données	135

4.4.2	Statistiques descriptives	139
4.5	Les résultats d'estimation	145
4.5.1	Les résultats de la méthode de différence-en-différence	145
4.5.2	Les résultats du modèle à effets fixes	146
4.5.3	Les résultats du modèle à tendance aléatoire	148
4.5.4	Les résultats de la méthode de contrôle synthétique	151
4.6	Conclusion	176
5	Conclusion générale de la thèse	179
5.1	Rappel de la problématique	179
5.2	Synthèse des résultats	180
5.3	Recommandations en termes de politique publique de l'IRT	183
5.4	Limites et directions des recherches futures	184
	Bibliographie	186
	Annexe A Annexe	197
A.1	Annexe du chapitre 2	198
A.2	Annexe du chapitre 3	210
A.3	Annexe du chapitre 4	211

Table des figures

FIGURE 1.1 Le cycle de vie de la PME <i>Source : J. Lachmann, Economica 2010</i>	26
FIGURE 1.2 Les financements des phases de développement de l'innovation <i>Source : J. Lachmann, Economica 2010</i>	27
FIGURE 4.1 Evolution moyenne et annuelle des indicateurs d'input de recherche (traités vs non-traités)	141
FIGURE 4.2 Tendance des indicateurs d'input de R&D : Entreprise "A" vs Entreprise "A" synthétique	155
FIGURE 4.3 Ecart des valeurs des indicateurs d'input de recherche entre l'entreprise "A" et l'entreprise "A" synthétique	157
FIGURE 4.4 Les écarts des indicateurs d'input de R&D et les écarts entre les placebos des entreprises de contrôle (pour l'entreprise A)	159
FIGURE 4.5 Tendance des indicateurs d'input de R&D : Entreprise "B" vs Entreprise "B" synthétique	161
FIGURE 4.6 Ecart des valeurs des indicateurs d'input de recherche entre l'entreprise "B" et l'entreprise "B" synthétique	165
FIGURE 4.7 Les écarts des indicateurs d'input de R&D et les écarts entre les placebos des entreprises de contrôle (pour l'entreprise B)	166
FIGURE 4.8 Tendance des indicateurs d'input de R&D : Entreprise "C" vs Entreprise "C" synthétique	167
FIGURE 4.9 Ecart des valeurs des indicateurs d'input de recherche entre l'entreprise "C" et l'entreprise "C" synthétique	170
FIGURE 4.10 Les écarts des indicateurs d'input de R&D et les écarts entre les placebos des entreprises de contrôle (pour l'entreprise C)	171
FIGURE 4.11 Tendance des indicateurs d'input de R&D : Entreprise "D" vs Entreprise "D" synthétique	172
FIGURE 4.12 Ecart des valeurs des indicateurs d'input de recherche entre l'entreprise "D" et l'entreprise "D" synthétique	174

Liste des tableaux

TABLE 2.1	Répartition des projets débutés et terminés entre 2012 et 2017	60
TABLE 2.2	Répartition des entreprises en fonction de leur année d'entrée et de sortie de l'IRT (une seule entrée et une seule sortie)	60
TABLE 2.3	Nombre de participation des entreprises	60
TABLE 2.4	Répartition des projets débutés et terminés entre 2012 et 2015	61
TABLE 2.5	Répartition des entreprises en fonction de leur année d'entrée et sortie de l'IRT	61
TABLE 2.6	Comparaison moyenne entre les entreprises IRT et les entreprises hors IRT avant l'appariement	64
TABLE 2.7	Comparaison moyenne entre les entreprises IRT et les entreprises de contrôle après l'appariement	65
TABLE 2.8	L'effet de l'IRT sur les performances des PME - Résumé des résultats de l'éva- luation d'impact	66
TABLE 2.9	Hétérogénéité dans l'effet de l'IRT : L'impact sur les groupes à différentes durées de participation	69
TABLE 2.10	Hétérogénéité dans le traitement : Impact de chaque type de traitement	72
TABLE 2.11	Hétérogénéité dans l'interaction entre durée de traitement et type de traitement	74
TABLE 2.12	Test de l'hypothèse des tendances communes	76
TABLE 3.1	Distribution des entreprises de contrôle en fonction des départements de contrôle	98
TABLE 3.2	Comparaison entre le groupe de référence et le groupe de contrôles potentiels avant l'appariement.	99
TABLE 3.3	Comparaison entre le groupe de référence et le groupe de contrôle après l'appa- riement.	99
TABLE 3.4	L'effet indirect permanent de l'IRT sur les performances des PME - Résumé des résultats de l'évaluation d'impact indirect	101
TABLE 3.5	Comparaison entre le groupe de bénéficiaires directs et le groupe de bénéficiaires indirects après l'appariement : Constitution du groupe de référence.	101
TABLE 3.6	Comparaison entre le groupe de référence et le groupe de contrôles potentiels	102
TABLE 3.7	Comparaison entre le groupe de référence et le groupe de contrôles après l'appa- riement.	102

TABLE 3.8	L'effet indirect permanent de l'IRT sur les performances des PME - Résumé des résultats de l'évaluation d'impact indirect	104
TABLE 3.9	Effet indirect annuel de l'IRT	106
TABLE 3.10	Effet indirect annuel de l'IRT	107
TABLE 3.11	Test de l'hypothèse des tendances communes	110
TABLE 4.1	Liste des variables dépendantes et indépendantes	138
TABLE 4.2	Comparaison entre les entreprises traitées et de contrôle sur la période pré-traitement (1998-2011)	140
TABLE 4.3	Résumés statistiques des grandes entreprises traitées (entreprises IRT)	143
TABLE 4.4	Résumés statistiques des grandes entreprises non-traitées (entreprises hors IRT)	144
TABLE 4.5	Les résultats d'estimation via la méthode de double différence	146
TABLE 4.6	Résultats d'estimation via le modèle à effets fixes	149
TABLE 4.7	Résultats d'estimation via le modèle à effets fixes	150
TABLE 4.8	Résultats d'estimation via le modèle à tendance aléatoire	152
TABLE 4.9	Résultats d'estimation via le modèle à tendance aléatoire	153
TABLE 4.10	La moyenne des variables prédictives des indicateurs de R&D de l'entreprise A	155
TABLE 4.11	Le poids des entreprises de contrôle dans l'entreprise A "synthétique"	156
TABLE 4.12	Ecarts annuels des indicateurs d'input de R&D entre l'entreprise A et sa version synthétique	158
TABLE 4.13	La moyenne des variables prédictives des indicateurs de R&D de l'entreprise B	161
TABLE 4.14	Le poids des entreprises de contrôle dans l'entreprise B "synthétique"	162
TABLE 4.15	Ecarts annuels des indicateurs d'input de R&D entre l'entreprise B et sa version synthétique	164
TABLE 4.16	La moyenne des variables prédictives des indicateurs de R&D de l'entreprise C	167
TABLE 4.17	Le poids des entreprises de contrôle dans l'entreprise C "synthétique"	168
TABLE 4.18	Ecarts annuels des indicateurs d'input de R&D entre l'entreprise C et sa version synthétique	169
TABLE 4.19	La moyenne des variables prédictives des indicateurs de R&D de l'entreprise D	172
TABLE 4.20	Le poids des entreprises de contrôle dans l'entreprise D "synthétique"	173

TABLE 4.21 Résumés des effets estimés via la méthode de double différence, le modèle à effets fixes et le modèle à tendance aléatoire	175
TABLE 4.22 Comparaison des effets estimés : Modèle à tendance aléatoire vs. Modèle de contrôle synthétique	175
TABLE A.1 Études empiriques (<i>Première partie</i>)	198
TABLE A.2 Études empiriques (<i>Deuxième partie</i>)	199
TABLE A.3 Les types d'effets en fonction des approches méthodologiques	199
TABLE A.4 La temporalité	200
TABLE A.5 L'effet de l'IRT sur les performances des PME - Résumé des résultats de l'évaluation d'impact (avec un autre groupe de contrôle obtenu via l'appariement optimal)	202
TABLE A.6 Hétérogénéité dans l'effet de l'IRT : L'impact sur les groupes à différentes durées de participation (autre groupe de contrôle obtenu via l'appariement optimal)	203
TABLE A.7 Hétérogénéité dans le traitement : Impact de chaque type de traitement (autre groupe de contrôle obtenu via l'appariement optimal)	204
TABLE A.8 Hétérogénéité dans l'interaction entre durée de traitement et type de traitement (autre groupe de contrôle obtenu via l'appariement optimal)	205
TABLE A.9 L'effet de l'IRT sur les performances des PME - Résumé des résultats de l'évaluation d'impact (Effet moyen instantané et effet moyen post-traitement)	206
TABLE A.10 Hétérogénéité dans l'effet de l'IRT : L'impact sur les groupes à différentes durées de participation	207
TABLE A.11 Hétérogénéité dans le traitement : Impact de chaque type de traitement	208
TABLE A.12 Hétérogénéité dans l'interaction entre durée de traitement et type de traitement	209
TABLE A.13 L'effet indirect de l'IRT sur les performances des PME - Résumé des résultats de l'évaluation d'impact indirect (avec un autre groupe de contrôle)	210
TABLE A.14 Effet indirect annuel de l'IRT (avec un autre groupe de contrôle)	211

Acronyme

ANR : Agence Nationale de la Recherche
CEA : Commissariat à l'Energie Atomique
CNEPI : Commission Nationale de l'Evaluation des Politiques de l'Innovation
CIR : Crédit Impôt Recherche
CRDP : Consortium R&D Project for Regional Revitalization
DNATF : Danish National Advanced Technology Foundation
DGFIP : Direction Général des Finances Publiques
DADS : Déclaration Annuelle des Données Sociales
EUROLIO : European Localized Innovation Observatory
ETI : Entreprise de Taille Intermédiaire
ESANE : Élaboration des statistiques annuelles d'entreprise
FIP : Future Innovation Program
FICUS : Fichier complet unifié de Suse
FARE : Fichier approché des résultats d'Esane
GII : Global Innovation Index
HCERES : Haut Conseil de l'Evaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur
IRT : Institut de Recherche Technologique
INSEAD : Institut européen d'administration des affaires
INP : Institut polytechnique
INSEE : Institut National de la Statistique et des Études Économiques
LETI : Laboratoire d'électronique et de technologie de l'information
MCO : Moindres Carrés Ordinaire
MCS : Méthode de Contrôle Synthétique
NUTS : Nomenclature des unités territoriales statistiques
OCDE : Organisation de Coopération et de développement économiques
OLS : Ordinary Least Squares
OST : Organisation Scientifique du Travail
OMPI : Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
PIA : Programme d'Investissement d'Avenir
PME : Petite et Moyenne Entreprise
SUSE : Système unifié de statistique d'entreprises
TIC : Technologies de l'Information et de la Communication
UE : Union Européenne
WIPO : World Intellectual Property Organization

Introduction générale

1. Contexte général

Dans les économies avancées, la recherche et l'innovation sont les principaux moteurs de la compétitivité, de la productivité et de la croissance économique ([Bellucci, Zazzaro, et Pennacchio 2018](#)). Dans ces économies, les gouvernements sont en perpétuelle recherche de la manière dont ils pourront promouvoir efficacement la recherche et l'innovation. Cela va des politiques de subvention de R&D, aux programmes visant à inciter les collaborations entre les acteurs du système d'innovation, en passant par la mise en place des politiques de regroupement géographique des entreprises, telles que les politiques de cluster.

Depuis quelques années, l'accent est mis sur les politiques de transfert science-industrie qui visent à promouvoir la collaboration entre les acteurs de la science et ceux de l'industrie, souvent dans un contexte local ou régional, en vue d'accélérer le transfert des connaissances produites par la science dans les entreprises. Cette tendance est très souvent observée dans les pays dotés d'une forte capacité de recherche publique ([OCDE, 2014](#)). Généralement appelées *"politiques d'innovation fondées sur les relations science-industrie"* ou encore *"politiques d'innovation fondées sur les interactions science-industrie"*, elles reposent sur l'idée principale selon laquelle la science (universités, organismes de recherche publics) est un producteur par excellence des connaissances nouvelles dont a besoin l'industrie (firmes, start-ups) afin de générer les innovations de produit et de procédé ([Nelson, 1993](#) ; [Etzkowitz et Leydesdorff, 2000](#) ; [Mowery et Sampat, 2007](#)) et que les innovations technologiques fondées sur la recherche scientifique fondamentale, stimulent la création de richesse et la croissance économique ([Chai et Shih, 2016](#)). De l'autre côté, les entreprises fournissent des informations sur des problèmes appliqués aux universités et/ou aux organismes de recherche publics qui constituent les nouvelles sources de recherche académique. Toutefois, les différences fonctionnelles et structurelles entre ces deux entités rendent toute collaboration compliquée et coûteuse. Par exemple, les entreprises travaillent généralement sur les projets à court terme avec une certaine exigence sur la rentabilité économique tandis que les universités fonctionnent dans le long terme avec le souci d'être bien jugées par les pairs. Le mouvement du capital humain est limité car les scientifiques ont une préférence marquée pour la liberté académique ([Stern, 2004](#)).

Le contexte local ou régional de ces politiques vient de la présence des économies d'agglomération mise en évidence par [Marshall \(1920\)](#) qui montre le lien fort entre l'innovation, l'agglomération et le développement économique. "Les initiatives cherchant à regrouper géographiquement les acteurs de la recherche s'explique, d'une part, par le succès de certains territoires caractérisés par une densité scientifique et/ou industrielle singulière (au premier rang desquels le cas emblématique de la Silicon Valley) et, d'autre

part, par les avancées théoriques de ces dernières décennies en matière de compréhension des effets de l'agglomération et des processus d'innovation" ([Autant-Bernard, 2015](#)).

Ces politiques peuvent prendre différentes formes en fonction du contexte et des objectifs des pays concernés. Leurs principales formes sont : *i*) les incitations financières pour la recherche collaborative science-industrie. Dans cette forme, les acteurs impliqués s'organisent souvent en consortium de R&D, où les activités sont financées totalement ou partiellement par les pouvoirs publics, dépendant du modèle de financement souhaité par le gouvernement ; *ii*) les programmes de mobilité des chercheurs qui consistent à inciter les chercheurs académiques à travailler temporairement dans les entreprises ; *iii*) les politiques de clusters qui visent à faciliter les collaborations entre les acteurs de la science et ceux de l'industrie localisés sur un même territoire ([France-Stratégie, 2018](#)). Dans de telles politiques, on retrouve les pôles de compétitivité, les parcs de science et de technologie, etc. A côté de ces différentes formes que l'on peut qualifier d'aides directes, il existe aussi les aides indirectes, à l'instar des plateformes technologiques (financées par les pouvoirs publics) qui interagissent avec les entreprises. Dans les plateformes, les chercheurs de la communauté scientifique et ceux de la communauté industrielle travaillent quotidiennement ensemble sur les projets communs en utilisant les machines et équipements mutualisées, localisées au même endroit. Les objectifs des politiques d'innovation fondées sur les relations science-industrie sont variés. De manière générale, ces politiques visent à créer de nouveaux produits et procédés, de nouvelles technologies et à accélérer leur commercialisation. Pour cela, elles se focalisent principalement sur la recherche appliquée plutôt que la recherche fondamentale et cible aussi bien les grandes entreprises que les PME ([Nishimura et Okamuro, 2016](#)). Elles visent à "renforcer l'innovation et dynamiser la compétitivité de l'industrie en favorisant les collaborations entre entreprises, start-ups, universités et laboratoires de recherche publics présents sur un même territoire" ([Ben Hassine et Mathieu, 2017](#)). Aussi, elles ambitionnent de renforcer la compétitivité territoriale dans les secteurs d'activité porteurs pour lesquels le territoire dispose déjà d'un potentiel de connaissance, de recherche et d'innovation ([Dujardin, Louis, et Mayneris, 2015](#)). Contrairement aux autres politiques d'innovation, les politiques de type transfert science-industrie aspirent à générer les nouvelles connaissances et la croissance économique pour qu'elles puissent profiter au plus grand nombre et à l'ensemble de la société ([Chai et Shih, 2016](#)). D'après [France-Stratégie \(2018\)](#), , ces politiques projettent de participer à la *"construction de sociétés plus durables et inclusives, notamment lorsque des efforts recherche collaborative sont consacrés à soutenir des innovations qui répondent aux défis sociaux (tels que l'environnement et les enjeux sanitaires)"*(Page 1).

Depuis 1994, la France a fait des transferts science-industrie l'une de ses priorités

politiques, comme la plupart des pays de l'OCDE dotés d'une capacité de recherche publique. Cependant, ces pays-là rencontrent des difficultés dans le développement des liens entre monde académique et industrie, du fait que ces deux "mondes" ont des missions, des cultures et des règles de fonctionnement très différentes (OCDE, 2014). La France n'est pas épargnée par ces difficultés. Elle occupe la troisième place dans le classement des pays qui consacrent d'importants financements publics au niveau de l'État et des Régions à la recherche et au soutien à la R&D des entreprises (CNEPI, 2016). Paradoxalement, lorsqu'on regarde le classement en matière de capacité d'innovation, la France occupe la 21ème place. Par ailleurs, la France est reconnue pour son excellence en matière de production des connaissances et de savoirs scientifiques. Elle est d'ailleurs classée en 2013, au 6ème rang mondial avec 3,5 % des publications scientifiques du monde (source : Thomson Reuters, traitements OST du HCERES). Ce contexte illustre bien l'une des critiques souvent adressées à l'Union Européenne, communément appelée "le paradoxe Européen" que l'on peut aussi imputer à la France. Plus précisément, il s'agit du manque d'efficacité en matière d'innovation malgré des niveaux de recherche publique et privée relativement élevés. En effet, différents rapports de l'OCDE portant sur l'examen des politiques nationales d'innovation en France ont révélé des lacunes dans les échanges de connaissance entre la science et l'industrie. Les Instituts de Recherche Technologique créés en France en 2012 dans le cadre du Programme d'Investissement d'Avenir (PIA) apparaissent comme une réponse à cette situation particulière dans la mesure où ils rassemblent géographiquement les compétences d'origine publique et privée dans une logique de co-investissement et de collaboration entre les agents, avec pour objectif d'accélérer le transfert des connaissances de la sphère publique vers la sphère privée.

Eu égard à l'effort public consenti à cette catégorie de politiques et surtout à l'ère des restrictions budgétaires publiques, les retombées socio-économiques sont très attendues de la part des responsables politiques. Toutefois, il est possible que les impacts attendus soient entachés par l'apparition des effets pervers⁵ et surtout par la diversité et la divergence des objectifs des acteurs impliqués dans ces politiques. Dans ce contexte, il apparaît important de comprendre comment les instruments de la politique de type transfert science-industrie génèrent les plus grands impacts sur l'innovation et la croissance économique. Malgré la diversité des instruments de ces politiques, les preuves empiriques de leur impact sont rares (OCDE, 2018). Il existe très peu d'études empiriques sur *les politiques de cluster* (Lundmark et Power, 2008 ; Dessertine, 2014 ; Brossard et Moussa, 2014 ; Dujardin et al., 2015 ; Ben Hassine et Mathieu, 2017) ; *les consortiums de R&D public-privé* (Eom et Lee, 2010 ; Nishimura et Okamuro, 2016 ; Chai et Shih, 2016).

5. L'effet d'éviction, l'effet de substitution ou effet d'éviction total, l'effet d'éviction partiel, l'effet de neutralité et l'effet d'aubaine, etc.

A notre connaissance, aucune étude quantitative d'impact ne s'est intéressée à évaluer l'impact des plateformes de transfert science-industrie et pourtant ces plateformes pourraient, compte tenu de leur spécificité, être plus efficaces que les autres instruments de politique de transfert science-industrie, en ce sens qu'elles amènent les chercheurs publics et les acteurs privés à travailler quotidiennement avec des équipements mutualisés, localisés au même endroit, ce qui a pour conséquence de faciliter et d'augmenter l'échange d'informations et de connaissances formelles et informelles entre différents types d'acteurs.

Par ailleurs, les travaux empiriques visant à évaluer les effets indirects des politiques d'innovation fondées sur les relations science-industrie sont quasi-inexistants dans la littérature empirique. Cette limite dans la littérature est importante à souligner dans la mesure où elle est en incohérence avec les fondements de cette catégorie de politiques, qui comparativement aux autres politiques d'innovation, ont pour ambition de diffuser les connaissances scientifiques au plus grand nombre d'entreprises, afin d'affecter leurs performances au-delà des bénéficiaires directs. Au-delà de ces politiques d'innovation, les enjeux de l'évaluation des effets indirects sont très forts et nécessitent une attention particulière. Le fait de pas prendre en compte les effets indirects d'une politique a pour conséquence directe de sous-évaluer l'impact estimé si ces effets indirects sont positifs ou de surévaluer l'impact estimé s'ils sont négatifs et donc de proposer des recommandations fondées sur les informations erronées ([Angelucci et Maro, 2015](#)). Par conséquent, il est impératif de mesurer les effets indirects lorsque l'on évalue une politique, car cela permet de calculer l'effet total de la politique (effet direct + effet indirect), de comparer les deux types d'effets, de mieux appréhender la réaction de l'économie face à une politique et d'améliorer le design de la politique.

En outre, les acteurs privés au sein des relations science-industrie encadrées par les initiatives publiques, sont généralement constituées de grandes entreprises dans la mesure où les collaborations externes notamment avec les acteurs de la science, sont très coûteuses ; par conséquent les grandes entreprises sont plus enclines à y participer activement, parce qu'elles disposent de plus de ressources financières par rapport aux PME ([Warda, 1995](#) ; [Beise et Stahl, Beise et Stahl](#) ; [Baldwin et Hanel, 2003](#)). Malgré l'importance de cette catégorie d'acteurs, aucune étude quantitative, à notre connaissance, n'a cherché à évaluer l'impact des politiques de type transfert science-industrie, en se focalisant sur les grandes entreprises. Cette absence d'études d'évaluation d'impact sur les grandes entreprises s'explique principalement par la difficulté voire l'impossibilité de trouver les contrefactuels valides pour les grandes entreprises car il y a très peu de grandes entreprises appartenant aux mêmes secteurs dans un même pays et surtout elles bénéficient toutes de la plupart des politiques. Par ailleurs, les enjeux de l'évaluation des effets directs des politiques publiques tous domaines confondus (innovation, emploi, fiscales, etc.) sur les grandes entreprises sont forts. Tout d'abord, la multiplication des instruments inhérents aux différentes politiques auxquels peuvent prétendre les grandes entreprises

rend difficile la séparation entre l'effet propre d'une politique spécifique et les effets des autres politiques. Ensuite, l'action de politique publique ne peut pas se mesurer par l'aide financière reçue car celle-ci reste le plus souvent proportionnellement faible par rapport au budget de R&D d'une grande entreprise. Par ailleurs, dans certains instruments politiques, le soutien apporté aux grandes entreprises par la politique publique ne relève pas de l'aide financière et est plus complexe à observer, d'où une mesure aussi plus complexe de l'existence d'éventuels effets d'aubaine. Enfin, les performances courantes des grandes entreprises sont fortement influencées par leurs comportements stratégiques du passé (fusion, acquisition, cession, etc.) changeant au fil du temps, rendant ainsi difficile l'identification des effets propres de la politique. Il y a donc un risque d'impact faible de la participation à un dispositif spécifique pour les grandes entreprises qui sont déjà fortement engagées en R&D et pour lesquels de multiples déterminants semblent jouer un rôle plus important dans les décisions en matière de R&D et d'innovation.

Cette thèse a donc pour ambition de combler tous ces manques dans la littérature empirique. Pour cela, elle utilise comme terrain d'analyse, les Instituts de Recherche Technologique Rhônalpins qui sont les instituts thématiques interdisciplinaires fondés sur les relations science-industrie et utilisant les plateformes technologiques pour mener les activités de R&D et d'innovation. Elle se focalise uniquement sur les deux IRT Rhônalpins (IRT Nanoelec et IRT Bioaster) au moins pour deux raisons : La première raison est que cette thèse a été financée par l'ancienne région Rhône-Alpes dans l'optique d'évaluer l'impact des politiques d'innovation dans un cadre régional. A cet effet, les deux IRT Rhônalpins se sont engagés à mettre à notre disposition sous condition de confidentialité, les données internes de leurs activités. La deuxième raison est que ce focus nous permet de contrôler pour toutes les variables inobservables au niveau régional susceptibles d'influencer les performances des entreprises. Ce travail de recherche vise donc à évaluer et à analyser les effets directs et indirects de ces IRT sur les performances innovantes, financières et d'emploi des acteurs privés impliqués (grandes entreprises et PME).

2. La politique des IRT en France

Au lendemain de la crise de 2008 qui a fortement touchée la France et ses partenaires, le gouvernement français a voulu au-delà des réponses conjoncturelles, mener des actions structurelles afin de garantir une croissance potentielle plus forte que prévu de l'économie française. *"Le projet de Loi de finances de 2010 s'alarmait déjà des perspectives de ralentissement important de la croissance française (1,7 % en moyenne entre 2009 et 2013, contre 2,1 % entre 1998 et 2009) et le rapport de l'OCDE prévoyait une croissance d'à peine 1,4 % en moyenne sur la période 2009-2017"* ([France-Stratégie, 2018](#)). C'est dans ce cadre que le gouvernement français a initié en 2009 une commis-

sion dirigée par deux anciens premiers ministres : Alain Juppé et Michel Rocard. Cette commission avait pour objectif principal de réfléchir sur les actions structurantes à mener en vue d'accroître les potentiels de croissance économique en répondant aux insuffisances identifiées dans le Système National de la Recherche et de l'Innovation. De cette réflexion, a été créé en 2010 un outil original de par ses choix stratégiques d'avenir et par ses méthodes, dont l'objectif était d'accélérer la transition de l'économie française vers un nouveau modèle de croissance, basé sur l'économie de la connaissance et le développement durable. Autrefois appelé "grand emprunt", cet outil est aujourd'hui connu sous le nom de "Programme d'Investissement d'Avenir". Doté de 47 milliards d'euros aujourd'hui, dont 35 milliards programmés par le gouvernement Fillon (PIA1) auxquels se sont ajoutés 12 milliards par le gouvernement Ayrault (PIA2) ; ce programme se focalise plus particulièrement sur quatre grands domaines : l'enseignement supérieur et la recherche, les filières industrielles et les PME, l'économie numérique et le développement durable. Plus précisément, ce programme repose sur plusieurs actions dont l'une est la création des Instituts de Recherche Technologique (IRT).

La politique des IRT consiste à *"constituer un nombre restreint de campus d'innovation technologique de dimension mondiale regroupant des établissements de formation, des laboratoires de recherche appliquée publics et privés, des moyens de prototypage et de démonstration industrielle, des acteurs industriels et des établissements de formation pour l'essentiel sur un même site, renforçant ainsi les écosystèmes constitués par les pôles de compétitivité."* (ANR, 2010). A cet effet, 8 IRT ont été créés et implantés sur l'étendue du territoire national. Le coût pour les collectivités s'élève à 2 milliards d'euros. La finalité de cette politique est de permettre à l'économie Française d'atteindre l'excellence dans les secteurs clés d'avenir et de se doter des filières économiques parmi les plus compétitives au niveau mondial afin de créer de la valeur et de l'emploi (ANR, 2010).

Selon l'Agence Nationale de la Recherche (ANR), un Institut de recherche technologique (IRT) est *"un institut thématique interdisciplinaire qui, pour positionner au meilleur niveau international des filières économiques liées à ses secteurs et au travers d'un partenariat stratégique public-privé équilibré sur le moyen-long terme, pilote des programmes de recherche couplés à des plates-formes technologiques, effectue des travaux de recherche et de développement expérimental au meilleur niveau international, contribue à l'ingénierie des formations initiale et continue (formation professionnelle qualifiante et/ou diplômante), et veille à la valorisation socio-économique des résultats obtenus"*. Cette définition laisse clairement transparaître les trois axes sur lesquels repose des IRT : *Le développement technologique, la diffusion ou valorisation technologique et la formation*. Plus précisément, d'après le Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche (2017), les missions des IRT sont : "Le pilotage des pro-

grammes de recherche couplés à des plateformes technologiques ; la réalisation des travaux de recherche et développement orientés vers les besoins des marchés au meilleur niveau international ; la contribution à l'ingénierie des formations initiales et continues et enfin la valorisation des résultats au plan économique". Ces missions sont réalisées dans la perspective d'atteindre les objectifs suivants ([MESRI, 2017](#)) :

- **"Développer les collaborations** entre la recherche publique et les entreprises autour de défis de recherche communs, de moyens et d'outils partagés et stimuler ainsi le transfert des connaissances grâce à des partenariats mis en place dès l'amont".

- **"Stimuler la production de connaissances** grâce au décroisement entre les spécialités et les disciplines. "

- **"Atteindre l'excellence** et produire des innovations dans des secteurs clés d'avenir pour lesquels la France vise une place dans le peloton de tête mondial".

- **"Renforcer les écosystèmes constitués par les pôles de compétitivité** et renforcer la compétitivité de filières industrielles et/ou de services afin de créer de la valeur et de l'emploi".

- **"Contribuer à l'insertion professionnelle des étudiants** en formant les étudiants sur des plateformes de haut niveau au plus près des besoins identifiés par les entreprises".

Contrairement aux autres dispositifs existants de recherche partenariale ou collaborative (établissements publics de R&D, Instituts Carnot, pôle de compétitivité, etc.), l'IRT représente un outil très original et sa spécificité provient de plusieurs caractéristiques. D'après [Hartmann \(2013\)](#), la première caractéristique est relative à son statut juridique. L'IRT est une nouvelle structure dotée d'une personnalité juridique propre. Il n'existe pas de forme juridique prédéfinie. Toutefois, ces structures doivent respecter au moins six conditions ⁶. La deuxième caractéristique est inhérente au financement de l'IRT. Les IRT

6. La première condition est que la forme de l'IRT doit lui permettre de recevoir directement des fonds publics et privés. La deuxième condition est que le modèle de développement de la TRI soit compatible avec l'encadrement communautaire des aides d'État. Quant à la troisième condition, elle stipule que l'IRT doit avoir sa propre personnalité juridique. La quatrième condition est que la répartition des contributions et la gouvernance entre le secteur public et le secteur privé doivent être équilibrées. En ce qui concerne la cinquième condition, elle stipule que l'IRT a la possibilité de tirer des revenus de ses activités soit par l'exploitation directe ou indirecte de droits de propriété intellectuelle, soit par la facturation de services. La sixième condition stipule que l'IRT doit disposer de suffisamment de flexibilité en termes de recrutement et de gestion du personnel pour permettre une certaine fluidité dans la constitution d'équipes des secteurs

s'inscrivent dans une logique de co-investissement dans laquelle 50% des activités sont financées par des acteurs publics (collectivités territoriales) et l'autre moitié par des acteurs privés (industrie, firmes, etc.). En ce qui concerne la stratégie et programmation de la R&D, *"l'originalité d'un IRT réside notamment dans l'élaboration d'une stratégie de R&D commune entre acteurs publics et privés les engageant mutuellement sur une durée longue, identifiant les marchés clés, ainsi que les verrous et technologies à fort potentiel de différenciation"* (ANR, 2010). Les acteurs s'engagent sur une durée de 10 ans avec une vision technologique partagée et une stratégie commune à long terme. Les acteurs s'engagent sur une durée de 10 ans avec une vision technologique partagée et une stratégie commune à long terme et partagent des risques dans ces nouvelles structures. Une autre différence réside dans la concentration de moyens et développement des compétences propres de l'IRT et dans la responsabilisation des partenaires de l'IRT car il n'y a pas de participation de l'Etat aux structures de gouvernance, mais un financement par tranches conditionné par une évaluation des résultats (rôle dédié à plusieurs opérateurs notamment l'ANR). Par ailleurs, la création des IRT repose sur le principe de territorialité. Cela signifie qu'ils ont été créés en tenant compte des spécificités du territoire dans lequel ils ont été implantés. Par exemple, l'IRT "Nanoelec", spécialisé dans les nanotechnologies, s'est établi à Grenoble parce que cette ville est reconnue comme étant le bassin de la micro-nanoélectronique en France.

Une autre différence principale entre les IRT et les autres instruments de politique réside dans le fait que seuls les projets de R&D impliquant des acteurs scientifiques et des acteurs de l'industrie peuvent être menés dans ces structures, tandis que dans les autres instruments science-industrie, tels que les politiques de pôle de compétitivité, on peut trouver les projets de R&D menés uniquement par des acteurs du secteur privé. Cela implique donc que l'évaluation des IRT permettra de mieux cerner la spécificité des relations science-industrie par rapport aux autres instruments de transfert science-industrie. Par ailleurs, une autre spécificité des IRT provient du fait que les chercheurs publics et les chercheurs privés travaillent quotidiennement sur des plateformes technologiques dans une coopération multilatérale (vs bilatérale) afin de faciliter l'échange d'informations et de connaissances : On parle ici, de la co-localisation des compétences et des connaissances. Aussi, les IRT se différencient des autres politiques d'innovation en ce qu'ils ont pour ambition de créer des réseaux permettant la diffusion des connaissances scientifiques au sein et au-delà de l'écosystème d'innovation.

Dans les IRT, il existe généralement deux catégories d'acteurs privés : Les grandes entreprises qui sont le plus souvent les membres fondateurs privés et les PME qui sont, quant à elles, considérées comme clientes⁷ des IRT. En tant que membres fondateurs

public et privé.

7. Dans quelques cas exceptionnels, les PME peuvent faire partie du conseil d'administration de l'IRT.

privés, les grandes entreprises participent à l'IRT à travers un appui financier, matériel et personnel de R&D. En retour, elles jouent un rôle dans l'orientation des grands axes de recherche et font partie du conseil d'administration. Toutefois, elles ne peuvent pas décider de la conduite des projets de R&D. Quant aux PME, elles paient généralement les prestations de service afin de bénéficier des services de R&D de l'IRT.

Étant donné que cette thèse se focalise sur les deux IRT Rhonalpains (Nanoelec et Bioaster), il serait intéressant d'en savoir plus sur ces IRT.

2.1. IRT Nanoelec

Localisé à Grenoble et spécialisé dans la nanotechnologie, l'IRT Nanoelec a été effectivement créé en Avril 2012. Porté par le CEA⁸ via son institut le LETI⁹, l'IRT Nanoelec se positionnait principalement à sa création, sur les technologies d'intégration tridimensionnelle de puces et la photonique sur silicium qui sont des technologies clés pour les circuits intégrés du futur. L'IRT Nanoelec s'est constitué sous forme de consortium, sans personnalité morale. Les plateformes de l'IRT permettent de développer des démonstrateurs à base de micro-nano technologies et de tester leurs performances avant leur déploiement à grande échelle. Outre les travaux collaboratifs de recherche appliquée, l'IRT offre des services de diffusion à destination des Très Petites Entreprises (TPEs), des Petites et Moyennes Entreprises (PMEs) et des Entreprises de Taille Intermédiaires (ETIs). Les actions de l'IRT Nanoelec reposent autour de trois axes : le développement technologique, la diffusion technologique et la formation. Dans le premier axe, ses actions consistent à mettre à la disposition des bénéficiaires, l'ensemble des ressources permettant de réaliser efficacement leurs projets de R&D. Il s'agit principalement des ressources financières (système de partage de coûts), humaines (mise à disposition du personnel hautement qualifié), matérielles (accès à des plateformes technologiques sophistiquées), scientifiques et techniques (accès aux connaissances et savoir-faire scientifiques) et résiliaires (mise en relation avec les parties prenantes). Dans le second axe, les actions consistent en la mise en place d'un programme qui aide les entreprises à développer les produits et services intégrant les nanotechnologies et en l'accompagnement personnalisé des entreprises dès la conception du projet. Quant au troisième axe, les actions de l'IRT Nanoelec en matière de formation consistent à développer l'ingénierie de formation spécifique aux besoins du marché dans le domaine de compétence de Nanoelec, en se focalisant sur les besoins non couverts par les opérateurs de formation.

8. CEA : Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

9. LETI : Laboratoire d'électronique et de technologie de l'information

2.2. IRT Bioaster

Implanté principalement au sein l'écosystème Biodistrict de Gerland (Lyon) et accessoirement au sein du campus de l'Institut Pasteur à Paris, l'IRT Bioaster a été effectivement créé en Juillet 2012. Cet IRT est spécialisé dans le domaine de la biotechnologie et de la santé, avec une focalisation sur les maladies infectieuses et la microbiologie. Fondé par les leaders industriels français, dans leurs domaines respectifs, il implique une étroite collaboration entre les acteurs académiques, industriels et PME. De même que l'IRT Nanoélec, les actions de l'IRT Bioaster sont regroupées sous trois axes : le développement technologique, la diffusion ou valorisation technologique et la formation. Dans le *premier axe*, l'IRT Bioaster a fait le choix de mettre à disposition des entreprises les moyens consacrés aux activités de R&D et d'innovation. Ainsi, on retrouve au même titre que l'IRT Nanoélec, les ressources financières, humaines (constitution des experts en biotechnologies), matérielles (mise en place des plateformes technologiques dédiées à la microbiologie), scientifiques et techniques (mise en place de 7 unités technologiques). Pour ce qui est du *deuxième axe*, l'IRT Bioaster met à disposition des entreprises bénéficiaires des espaces de travail collaboratif favorisant les échanges d'informations et facilitant ainsi le transfert des connaissances. Enfin, les actions en faveur de la formation s'articulent autour de quatre points : la formation doctorale, le développement d'une offre de formation complémentaire, un programme de symposiums scientifiques et des actions d'éducation et de sensibilisation scientifique.

3. Objectifs et questions de recherche

Cette thèse vise à analyser et évaluer les effets des dispositifs de transfert science-industrie en faveur de l'innovation afin d'aider à la prise de décisions en matière de politique publique d'innovation. Plus précisément, elle ambitionne de concevoir un système d'évaluation contrefactuelle capable de capter non seulement les effets directs des collaborations science-industrie impulsées par l'intervention publique, sur les performances des PME mais aussi les effets indirects sur les performances des entreprises non-directement bénéficiaires. Ce système d'évaluation se veut suffisamment générique pour être appliqué à d'autres IRT ou d'autres plateformes de transfert science-industrie et pérenne pour permettre un suivi de moyen et long terme. Par ailleurs, ce travail de recherche cherche à spécifier un modèle d'évaluation capable de mesurer quantitativement les effets directs de toute politique publique sur les performances des grandes entreprises.

Pour ce faire, cette thèse utilise comme terrain d'analyse les Instituts de Recherche

Technologique Rhônealpins (Bioaster et Nanoelec). Pour atteindre ces objectifs, les questions suivantes seront abordées.

La *première question de recherche* consiste à s'interroger sur l'impact des plateformes de transfert science-industrie sur les performances financières et d'emploi des PME. Cette question trouve sa justification dans le fait qu'il est important pour les pouvoirs publics de savoir s'il est préférable d'investir davantage sur les soutiens directs aux collaborations science-industrie ou plutôt sur les aides indirectes notamment les plateformes, afin de promouvoir la collaboration science-industrie et par ricochet l'innovation. Étant donné que les plateformes amènent les acteurs publics et les acteurs privés à travailler quotidiennement ensemble sur les projets communs en utilisant les mêmes équipements et machines, on s'attend à ce que les performances des entreprises utilisant les plateformes soient meilleures que celles des entreprises bénéficiant des aides plus directes telles que le financement des consortiums de R&D.

La *deuxième question de recherche* cherche à savoir si le type de traitement ¹⁰ et l'intensité de traitement mesurée ici par la durée de participation jouent un rôle dans l'efficacité des plateformes et à s'interroger sur le facteur le plus important parmi ces deux. Cette question est importante en ce sens qu'elle permet non seulement d'adresser la problématique d'hétérogénéité dans le traitement, mais aussi de comprendre les éléments d'ajustement du dispositif utiles pour améliorer ce dernier. On pourrait s'attendre à ce que les effets estimés soient hétérogènes en raison des différences dans le traitement et dans la durée de traitement.

La *troisième question* cherche à savoir comment estimer les effets indirects des politiques territoriales d'innovation sur la performance des PME. La *quatrième question de recherche* vise à savoir si les interactions science-industrie impulsées par les pouvoirs publics peuvent produire les effets indirects sur les entreprises autres que celles impliquées directement dans ces relations et ce, en raison de leur proximité géographique aux plateformes technologiques. Ces questions peuvent être justifiées au moins par trois raisons. Tout d'abord, il est intéressant en soi de savoir quels sont les effets d'une politique sur les non-bénéficiaires. Les attentes des politiques fondées sur les relations science-industrie sont de développer les effets indirects positifs mais certaines formes d'indépendance peuvent conduire à des effets négatifs à l'instar de la distorsion sur le marché du travail et donc il faut les mesurer pour savoir si au total ce sont les effets positifs ou les effets négatifs qui dominent. Ensuite, le fait ne pas prendre en compte les effets indirects dans le cadre d'une évaluation de la politique pourrait conduire à une sur-évaluation ou sous-évaluation de l'impact total estimé selon que les effets indirects soient négatifs ou positifs et par ricochet, à des recommandations en termes de politiques publiques fondées sur les informations biaisées. En outre, l'inclusion des effets indirects

10. Il s'agit des types de relation contractuelle

dans l'analyse causale constitue un défi pour les chercheurs ([Angelucci et Maro, 2015](#)). Enfin, ces questions sont d'une grande importance dans la mesure où elles permettent d'apprécier l'un des enjeux majeurs des politiques de type de transfert science-industrie qui est de générer les connaissances pour qu'elles impactent les performances des bénéficiaires indirects au-delà des bénéficiaires directs. Compte tenu du contexte local des politiques fondées sur les interactions science-industrie, on pourrait s'attendre à un effet indirect négatif sur les variables d'emploi des PME, en raison des distorsions sur le marché du travail local. On pourrait aussi espérer un effet indirect positif sur les performances financières en raison des liens de dépendance fournisseurs-clients.

Les deux dernières questions sont relatives à l'impact des politiques publiques sur les grandes entreprises. Plus précisément, la *cinquième question de recherche* aspire à savoir comment mesurer l'impact des politiques publiques sur les grandes entreprises bénéficiaires. Cette question trouve sa justification dans la difficulté voire l'impossibilité de trouver les contrefactuels valides pour les grandes entreprises. Compte tenu de cela, l'évaluation de l'impact des politiques publiques sur les grandes entreprises constitue un challenge méthodologique pour les chercheurs. Par ailleurs, les grandes entreprises bénéficient d'une partie non-négligeable des aides publiques, il est donc tout à fait normal de s'interroger sur l'impact réel de ces aides sur les grandes entreprises. Dans la *sixième question de recherche*, on cherche à savoir quel est l'impact de la participation aux plateformes de transfert science-industrie sur les investissements des grandes entreprises. Cette question est fondée sur le fait que les grandes entreprises sont fortement impliquées dans les relations science-industrie en raison de leur meilleure capacité de financement et de l'orientation scientifique de leurs recherches ([Warda, 1995](#) ; [Beise et Stahl, Beise et Stahl](#) ; [Baldwin et Hanel, 2003](#)) et par conséquent, on pourrait s'attendre à un effet additionnel sur les efforts de R&D des grandes entreprises impliquées dans les politiques d'innovation fondées sur les relations science-industrie.

4. Méthodologie et Résultats

Pour apporter les réponses à ces questions de recherche, trois études empiriques sont conduites dans cette thèse. Étant donné que cette thèse se focalise sur deux catégories d'entreprises (Grandes entreprises et PME), cette section vise à présenter très brièvement la méthodologie ainsi que les résultats associés en fonction de chaque catégorie. De manière générale, il s'agit de construire une méthodologie d'évaluation contre-factuelle permettant d'analyser les différentes facettes potentielles des retombées socio-économiques (emploi, innovation, économie, etc.). Il s'agit, conformément aux recommandations (voir document *Évaluation ex post du programme d'investissement d'avenir*

un dispositif à construire, CGI 2010) du CGI¹¹ et aux standards internationaux, de comparer les performances des entreprises bénéficiaires des dispositifs d'aide aux performances d'organismes similaires mais non-bénéficiaires du dispositif.

4.1. Impact sur les Petites et Moyennes Entreprises

Pour traiter les *questions de recherche 1 et 2* dans le *chapitre 2* q2 qui porte sur l'impact de l'IRT sur les performances financières et d'emploi des PME bénéficiaires, cette thèse se focalise uniquement sur l'IRT Nanoelec. La raison principale est que nous ne disposons pas les données sur les PME bénéficiaires de l'IRT Bioaster. L'IRT Nanoelec dispose d'un système d'information permettant au fil du temps, d'enregistrer systématiquement les informations sur PME bénéficiaires.

Afin d'estimer l'impact de l'IRT Nanoelec sur les performances des PME, nous avons combiné la méthode de différence-en-différence ([Khandker, Koolwal, et Samad, 2010](#) ; [Bellucci et al., 2018](#)) aux méthodes d'appariement (l'appariement par le score de propension et l'appariement optimal). Nous avons construit non seulement une base de données originale qui apparie les caractéristiques et les performances des PME bénéficiaires à celles des entreprises non-bénéficiaires mais aussi une variable de traitement qui permet de prendre en compte l'hétérogénéité dans les périodes de traitement. L'utilisation de l'estimateur à effets fixes appliqué aux données de panel a permis de contrôler pour les effets fixes annuels, les caractéristiques individuelles stables dans le temps qui sont souvent source de biais d'endogénéité et de sélection. Les résultats semblent indiquer l'efficacité de l'IRT Nanoelec sur les PME bénéficiaires. Plus clairement, les résultats tendent à montrer que l'IRT Nanoelec a eu des effets additionnels sur le chiffre d'affaires net, les capitaux propres et l'autonomie financière des bénéficiaires directs. Toutefois, ces résultats précisent que ces effets sont hétérogènes par rapport à l'intensité de traitement et par rapport au type de traitement. Cela implique que plus une entreprise reste longtemps dans le dispositif IRT en l'occurrence 2 à 3 ans dans notre cas d'espèce, plus elle a des chances d'améliorer ses performances financières. De même, on constate que seules les entreprises ayant eu une véritable collaboration avec un laboratoire du CEA arrivent à bénéficier réellement des retombées économiques. En outre, le type de traitement jouerait un rôle plus important que la durée de traitement dans l'efficacité de l'IRT Nanoelec. Toutefois, ces résultats doivent être pris avec précaution en raison de la faible disponibilité des données.

Afin d'aborder les *questions de recherche 3 et 4* dans le *chapitre 3*, notre stratégie empirique consiste dans un premier temps à définir et à constituer le groupe des bénéficiaires indirects comme étant les entreprises non-bénéficiaires des actions de l'IRT

11. Commissariat Général à l'Investissement

mais localisées à proximité et appartenant aux mêmes secteurs d'activités que ceux des bénéficiaires directs. Dans un second temps, nous définissons un cadre d'évaluation des effets indirects (Voir [Angelucci et Maro, 2015](#)). Dans ce cadre, nous construisons le groupe de contrôle approprié à travers un double appariement à l'échelle des entreprises et à l'échelle des zones géographiques (département dans notre cas d'étude) de la politique. Étant donné que les départements "traités" et les départements "non-traités" ne sont pas choisis de manière aléatoire, l'appariement à l'échelle des départements permet de contrôler pour toutes les caractéristiques observables ou non à l'échelle départementale qui sont susceptibles d'impacter à la fois la performance des entreprises qui y sont localisées et la participation à l'IRT. Cela permet de traiter les éventuels problèmes d'endogénéité et de biais de sélection et par conséquent d'obtenir les effets estimés efficaces et convergents. Dans un troisième temps, nous utilisons l'estimateur à effets fixes appliqué à un modèle de différence-en-différence avec les effets individuels. De manière globale, nous comparons les entreprises locales non-traitées aux entreprises non-locales et non-traitées. (voir [Garone, Maffioli, Rodriguez, et De Negri, 2014](#))

Nos résultats montrent que l'IRT Nanoelec a un effet indirect positif sur le chiffre d'affaires net et l'autonomie financière. L'analyse de la dynamique des résultats indiquent que les effets indirects n'apparaissent pas immédiatement après le traitement mais quelques années plus tard et qu'ils semblent être croissants avec le temps. En ce qui concerne les variables d'emploi, les résultats révèlent une dynamique plus complexe. On observe un effet indirect négatif sur la part des cadres pendant la première année de l'implémentation de l'IRT et un effet indirect positif quelques années plus tard sur la même variable. En outre, on constate que seuls les effets sur les performances financières semblent être persistants depuis l'implantation de l'IRT, comparativement aux effets sur les performances d'emploi.

4.2. Impact sur les grandes entreprises

Afin d'investiguer les *questions de recherche 5 et 6* dans le *chapitre 4*, les techniques économétriques de données de panel sont utilisées. Plus précisément, deux modèles sont spécifiés et estimés : Le modèle à tendance aléatoire communément "*Random trend model*" ([Wooldridge, 2002](#)) et le modèle de contrôle synthétique ([Abadie et Gardeazabal, 2003](#) ; [Abadie, Diamond, et Hainmueller, 2010](#) ; [Abadie, Diamond, et Hainmueller, 2015](#)). Au-delà de contrôler pour les effets fixes temporels et les caractéristiques inobservées stables dans le temps, le modèle à tendance aléatoire présente l'avantage et la particularité de contrôler pour une deuxième source d'hétérogénéité qui est la tendance linéaire individuelle, spécifique à chaque entreprise qui est souvent source de biais de sélection et d'endogénéité. Par conséquent, les effets estimés sont efficaces et convergents. Les résultats de ce modèle tendent à montrer que la participation des grandes entreprises

aux IRT Rhônealpins a eu un effet positif sur les dépenses totales de R&D nettes des fonds publics, l'autofinancement de R&D et les dépenses extérieures de R&D.

Étant donné que le nombre de grandes entreprises traitées est très faible en l'occurrence quatre dans notre cas d'espèce, il est possible que l'effet moyen estimé soit affecté par une forte hétérogénéité. A cet égard, estimer l'effet individuel du traitement sur chacune des grandes entreprises bénéficiaires devient impératif. Or, les méthodes d'évaluation traditionnelles disponibles sont dans l'incapacité d'estimer l'effet individuel du traitement car elles reposent sur des échantillons de grande taille. C'est dans ce contexte que la méthode de contrôle synthétique dont la particularité réside dans sa capacité à mesurer l'impact individuel d'un traitement, a été exploitée. C'est une méthode qui est habituellement utilisée dans les analyses macroéconomiques afin d'évaluer l'impact d'un événement majeur sur une seule unité agrégée telle qu'une ville, une région ou encore un pays. L'innovation dans notre démarche méthodologique est d'avoir conçu un cadre d'évaluation d'impact des politiques publiques sur chacune des grandes entreprises, via l'adaptation et la transposition du modèle de contrôle synthétique. Les résultats principaux de la méthode de contrôle synthétique indiquent qu'une seule grande entreprise a des effets presque systématiques sur les indicateurs d'input de R&D.

Le chapitre 4 nous enseigne aussi que ni la méthode de différence-en-différence, ni le modèle à effets fixes ne sont adaptés pour évaluer l'impact sur les grandes entreprises dans la mesure où ces méthodes ne prennent pas en considération certaines caractéristiques importantes des grandes entreprises notamment l'effet de long terme de leurs stratégies (fusions, acquisition, etc.), la tendance des indicateurs de performance de ces entreprises, etc.

5. Contributions de la thèse

1. Cette thèse constitue une première évaluation quantitative de l'impact des IRT, depuis la mise en place de la politique des IRT en 2012.

Eu égard à l'originalité de l'IRT, à son état expérimental, au coût supporté par les collectivités et aux fondements de ce nouvel instrument, les retombées socio-économiques de la part des autorités publiques sont très attendues et donc il y a un fort besoin d'évaluer ce nouveau dispositif afin de mesurer son efficacité, de mieux allouer les ressources publiques et de développer la culture de l'évaluation. A notre connaissance, aucune étude quantitative n'a essayé jusqu'ici de mettre en œuvre une évaluation d'impact quantitative des IRT sur les performances des entreprises. Cette thèse comble donc cette absence d'études empiriques, en initiant la littérature empirique sur l'évaluation d'impact des IRT sur les performances des entreprises.

2. Une meilleure compréhension des effets indirects des politiques d'innovation de type de transfert science-industrie.

L'analyse et la mesure des effets indirects des politiques d'innovation en général et de celles fondées sur les relations science-industrie, en particulier, ont connu très peu d'attention aussi bien d'un point de vue théorique qu'empirique. Cette thèse contribue à la littérature théorique en analysant les possibles voies de transmission des effets indirects, leur caractère géographique ainsi que le sens (positif ou négatif) de ces effets. Par ailleurs, elle apporte une contribution méthodologique en définissant un cadre d'évaluation permettant de mesurer rigoureusement les effets indirects d'une politique d'innovation, circonscrits dans un territoire donné. En termes de résultats, cette thèse confirme bien qu'il existe un décalage temporel entre le traitement et l'observation des effets indirects mais ce décalage semble être moins élevé quand il s'agit des plateformes. Ce travail de recherche confirme aussi l'additionnalité de ces politiques sur les performances socio-économiques des bénéficiaires indirects, identifiée dans la littérature empirique et contribue aussi en nous apprenant que l'ampleur de cette additionnalité semble être plus grande lorsqu'il s'agit des plateformes technologiques. A travers ce travail, nous corroborons l'effet indirect négatif sur l'emploi à court terme, trouvé dans la littérature empirique mais nous apprenons aussi que cet effet devient positif à moyen et long terme lorsqu'il s'agit des plateformes.

3. La meilleure compréhension des politiques fondées sur les relations science-industrie dans un contexte non encore étudié : plateforme technologique + base de spécialisation territoriale + modèle de co-financement.

Au moment où il y a une prolifération des plateformes en France ([Innovation-Factory et BPIFrance-Le-Lab, 2018](#)), la question de l'efficacité des plateformes devient très importante pour les pouvoirs publics qui aimeraient savoir s'il est plus efficace d'apporter un soutien financier direct aux entreprises afin de les inciter à collaborer avec les acteurs de la science (Universités, organismes de recherche publics) ou bien de financer des plateformes de type de transfert science-industrie fondées sur la spécialisation territoriale, qui à leur tour interagissent avec les entreprises. Cette thèse apporte une première réponse à cette interrogation en montrant que ces plateformes génèrent les effets positifs sur les performances des PME, une fois que l'on contrôle pour le CIR ¹² et les politiques d'innovation locales notamment les pôles de compétitivité.

4. Une autre contribution de cette thèse est plutôt méthodologique.

12. Crédit Impôt Recherche

Cette thèse contribue au-delà des politiques d'innovation, à la mise en place d'une méthodologie d'évaluation des impacts des politiques publiques sur les grandes entreprises. Alors que les grandes entreprises captent une partie non-négligeable des aides publiques, il est très difficile d'en évaluer les impacts pour des raisons évoquées plus haut (voir section 1), cette thèse apporte une contribution en définissant un cadre d'évaluation permettant d'estimer l'effet direct des plateformes de transfert science-industrie sur les grandes entreprises et ce, en utilisant un modèle à tendance aléatoire, qui est généralement appliqué sur les unités macroéconomiques telles que les régions, les pays, etc. Ce modèle a été spécifié de manière à ce qu'il puisse prendre en compte en considération les effets fixes individuels, les effets fixes annuels et la tendance individuelle linéaire, spécifique à chaque entreprise. Par ailleurs, cette thèse propose un cadre d'évaluation et d'analyse permettant de mesurer les effets quantitatifs d'une politique sur une seule grande entreprise. Pour cela, elle transpose et adapte la méthode de contrôle synthétique aux cas des plateformes de transfert science-industrie. C'est une méthode qui est généralement utilisée afin d'évaluer l'impact d'une politique ou d'un programme sur une seule unité traitée. Cette dernière est une unité généralement agrégée à l'instar d'un pays, d'une région, d'une ville, etc.

Le reste de la thèse est organisée de la manière suivante. Le chapitre 1 propose un cadre conceptuel de l'évaluation des politiques d'innovation fondées sur les relations science-industrie. Plus précisément, ce chapitre analyse les fondements théoriques des politiques d'innovation fondées sur les relations science-industrie ainsi que les enjeux de l'évaluation de ces politiques. Le chapitre 2 propose une étude exploratoire économétrique visant à évaluer et analyser les effets directs de l'IRT Nanoelec sur les performances socio-économiques des PME. Le chapitre 3 évalue et analyse les effets indirects de l'IRT Nanoelec sur les performances socio-économiques des PME. Concrètement, il est question d'estimer les effets de l'IRT sur les entreprises qui n'ont pas bénéficié des services de cet IRT mais qui sont situées à proximité de l'IRT et des bénéficiaires directs. Quant au chapitre 4, il fournit une étude économétrique cherchant à évaluer les effets des IRT Rhônalpins, en se focalisant uniquement sur les performances des grandes entreprises. La conclusion générale fournit les remarques conclusives de chaque chapitre et indique quelques pistes pour les recherches futures.

**CADRE CONCEPTUEL DES POLITIQUES D'INNOVATION FONDÉES SUR LES
RELATIONS SCIENCE-INDUSTRIE**

1.1 Introduction

Ce chapitre a deux objectifs. Le premier objectif consiste à analyser les fondements des politiques d'innovation basées sur les relations science-industrie. Pour ce faire, nous commençons d'abord par analyser de manière générale les soubassements des politiques d'innovation et plus spécifiquement des politiques d'innovation fondées sur les relations science-industrie. Partant de ces fondements, nous cherchons ensuite, à identifier les impacts attendus des relations science-industrie et à comprendre dans quelle mesure ces relations peuvent générer ces impacts. Étant donné que les IRT reposent sur les plateformes technologiques, nous étudions, enfin, les rôles des plateformes technologiques tout en mettant en exergue leurs impacts attendus.

Quant au deuxième objectif, il porte sur l'étude des enjeux de l'évaluation des politiques fondées sur les relations science-industrie. A cet effet, nous justifions le besoin d'évaluer ces politiques, d'abord en analysant les enjeux de l'évaluation, communs à toute politique publique en faveur de l'innovation. Puis, compte tenu de la spécificité des politiques de transferts, nous affinons notre analyse afin de cerner les enjeux de l'évaluation de ce type de politique. Et enfin, une analyse similaire est faite pour le cas spécifique de l'évaluation des IRT.

Ce chapitre sera organisé de la manière suivante : La [section 1.2](#) concernera les fondements des politiques fondées sur les relations science-industrie , la [section 1.3](#) présentera les fondements de l'évaluation des politiques fondées sur les relations science-industrie et enfin la [section 1.4](#) portera sur la conclusion .

1.2 Fondements des politiques d'innovation fondées sur les relations science-industrie

1.2.1 Fondements généraux des politiques d'innovation

De manière générale, les politiques d'innovation quel que soit leur type sont justifiées par les différentes défaillances du marché dans le domaine de l'innovation qui conduisent à un investissement non optimal en R&D, par les caractéristiques intrinsèques de l'innovation et par l'inadaptation du système bancaire qui ne permet pas de financer de façon optimale l'innovation.

1.2.1.1 Les défaillances du marché dans le domaine de l'innovation

Dans la littérature économique, les implications des caractéristiques de la R&D sur les incitations privées d'investir en R&D ont été largement étudiées. De telles caractéristiques génèrent les sources des défaillances de marché qui créent un écart théorique entre les retombées privées et les retombées sociales de R&D ([Massard et Montmartin, 2015](#)).

Ces défaillances sont principalement liées au problème d'appropriabilité des résultats de la R&D, à la duplication des résultats de la R&D, et au problème du surplus du consommateur.

1. Le problème d'appropriabilité des résultats de la R&D

Le problème d'appropriabilité vient du fait que les entreprises sont dans l'incapacité de s'approprier la totalité des retombées potentielles de leurs recherches propres. Ce problème peut s'assimiler à l'inefficacité des mécanismes de protection des résultats de l'innovation. Les difficultés d'appropriation des résultats de la R&D créent les externalités de connaissance. Ces externalités peuvent être liées au temps (*externalités de connaissance intertemporelles*) ou à l'espace (*externalités de localisation*). Les externalités de connaissance sont expliquées par la nature du bien public des connaissances générées par la recherche & développement. En effet, dans l'approche d'[Arrow \(1962\)](#), la connaissance est assimilée à une information, qui se caractérise ainsi par le principe de non-rivalité et de non-exclusion partielle. Le premier principe stipule que la consommation de la connaissance par un agent n'entraîne aucune réduction de la consommation d'autres agents (c'est un bien qui n'est pas appropriable). En effet, la connaissance est un bien inépuisable ; l'usage de la connaissance par un agent additionnel ne nécessite pas la production d'un exemplaire supplémentaire. Dans ce cas, les agents ne sont pas

rivaux par sa consommation, puisque le coût marginal d'usage est nul. Quant au second principe, il énonce qu'il est impossible d'exclure quiconque de la consommation de la connaissance ; il est, par conséquent, impossible de faire payer l'usage de la connaissance. En effet, la connaissance est un bien difficilement contrôlable, privatisable. Elle finit toujours par échapper au contrôle de l'entité qui l'a produite et profiter à d'autres agents sans qu'il y ait une compensation marchande. Une autre caractéristique de la connaissance et pas des moindres est liée au fait que la connaissance est un bien cumulatif c'est-à-dire toute connaissance peut être le facteur principal de la production de nouvelles connaissances. Cela suppose que la connaissance est non seulement un bien de consommation mais aussi un bien de production. En somme, la connaissance renferme les propriétés de non-exclusion, de non-rivalité et de cumulativité qui sont sources d'externalités liées aux activités de recherche et d'innovation. De par cette nature du bien public de la connaissance, les entreprises qui réalisent les activités de R&D, subissent une "fuite" de connaissances au profit des entreprises qui n'ont pas participé à leur production. En d'autres termes, les firmes qui produisent les innovations, sont soumises à des transferts involontaires des connaissances profitant aux entreprises concurrentes. La présence de ces externalités amène les entreprises à sous-investir en R&D créant un décalage entre le niveau d'investissement en R&D décidé par les entreprises et le niveau socialement optimal. Les pouvoirs publics interviennent auprès de ces firmes en les incitant financièrement par le truchement des aides directes ou indirectes afin qu'elles puissent investir à un niveau optimal de R&D. C'est le cas des subventions ou encore du Crédit Impôt Recherche largement répandus en France.

2. La duplication des activités de R&D

Si certains types de défaillance de marché conduisent à un sous-investissement en R&D, d'autres par contre peuvent avoir des effets opposés. En effet, la structure des gains sur le marché des produits innovants est asymétrique. Il s'agit du système "winner takes all" c'est-à-dire que "le vainqueur gagne tout", plus précisément il gagne la rente schumpeterienne due à sa position nouvelle de monopole. Dans ce cas, l'investissement en R&D des autres entreprises concurrentes a un rendement nul. Dans ce contexte, le processus concurrentiel sur le marché des innovations est souvent représenté comme une course au brevet. Dans un secteur industriel, les entreprises peuvent être amenées à se lancer dans une course à l'innovation espérant ainsi être la première à déposer les brevets pour les nouveaux produits et procédés. Cette course suppose donc une duplication des ressources de recherche qui au bout du compte, conduit à une seule innovation qui profitera à une seule entreprise. D'un point de vue des retombées sociales de la R&D, ces efforts sont inefficients, ce qui nécessite donc l'intervention étatique pour réduire le sur-investissement en R&D en poussant les entreprises à investir de manière raison-

nable. La résolution de ce problème de duplication se trouve dans la taxe (ou subvention négative) basée sur les coûts de R&D ou sur la production de nouvelles connaissances comme le montre (Steger, 2005). En effet, ces taxes réduiront les incitations à investir dans la R&D. Ainsi, les impôts vont augmenter le coût de la R&D pour les entreprises et limiter ainsi le niveau global de l'investissement de R&D, indépendamment du fait que les duplications soient causées par un comportement intentionnel à cause de la course à l'innovation ou par les procédés accidentels. Par ailleurs, certains auteurs à l'instar de Dakhli, Menezes, et Temimi (2004) proposent la coopération en R&D comme moyen de réduire ou d'éliminer le problème de duplication.

3. Le problème du surplus du consommateur

Nous venons de démontrer que l'imparfaite appropriabilité des résultats de la recherche conduit à un sous-investissement en R&D d'un point de vue social. Pour pallier cette défaillance du marché, les pouvoirs publics mettent en place des systèmes de protection de la propriété industrielle et intellectuelle qui procurent à l'innovateur tous les droits exclusifs d'exploitation commerciale de son innovation. Le système le plus utilisé reste le brevet. Toutefois, le fait d'accorder à l'innovateur les droits exclusifs le place dans une position de monopole. Ainsi, ce dernier pratique les prix qu'il veut, généralement supérieurs aux prix pratiqués dans un marché de concurrence pure et parfaite, ce qui a pour conséquence de diminuer le surplus de l'acheteur (consommateur). L'intérêt de la tarification discriminante est qu'elle permet au producteur d'accroître son profit en captant une partie du surplus des consommateurs. Selon Pigou (1920), il existe trois types de discrimination par les prix : La *discrimination au premier degré* correspond à la discrimination parfaite : chaque unité est vendue à un prix spécifique à chaque client. Les prix sont différents à la fois selon les unités et selon les consommateurs. La *discrimination au second degré* correspond au cas où le prix est le même pour tous les clients. Il diffère selon la quantité achetée. La *discrimination au troisième degré* correspond à la segmentation du marché selon le type de clientèle : chaque unité est vendue au même prix au même type d'acheteur, le prix variant selon le type d'acheteur. Exemples : réductions accordées aux étudiants, personnes âgées, etc., tarif jour/nuit de l'électricité. Dans la pratique, l'innovateur en situation de monopole se rapproche de la discrimination au deuxième degré, en exerçant un prix certes identique pour tous les utilisateurs mais très élevé par rapport au prix qui serait survenu en situation de concurrence pure et parfaite. En revanche, la quantité de biens différenciés (innovants) dans la situation de monopole est inférieure à celle qui serait survenue en situation de concurrence pure et parfaite. Là encore, le marché reste défaillant dans l'allocation optimale des ressources. Les mesures visant à corriger cette distorsion de prix et de quantité consistent à combiner une subvention proportionnelle à la production des biens innovants pour inciter les firmes à

produire une quantité égale à celle du niveau optimal et une subvention proportionnelle aux coûts de la R&D pour encourager les firmes à produire au coût marginal (coût qui se serait survenu en concurrence pure et parfaite). La combinaison de ces deux subventions augmenterait le niveau global de l'investissement en R&D permettant ainsi d'atteindre un niveau optimal de prix et de quantité (Sorensen, 2006). Une autre mesure publique consisterait à mettre en place des politiques de concurrence de manière à éviter une situation de monopole.

1.2.1.2 Les caractéristiques intrinsèques de l'innovation

Il existe plusieurs caractéristiques de l'investissement en R&D qui le différencient de l'investissement physique et qui peuvent justifier l'intervention publique. Nous les regrouperons en deux grandes caractéristiques : *la R&D comme un investissement très risqué et à retour financier long et la R&D comme un investissement très coûteux.*

1. La R&D : un investissement très risqué et à retour financier long

D'après le modèle linéaire de Schumpeter, le point de départ du processus d'innovation est la recherche & développement (R&D). La R&D désigne *"l'ensemble des travaux de création entrepris de façon systématique en vue d'accroître la somme des connaissances, y compris la connaissance de l'homme, de la culture et de la société, ainsi que l'utilisation de cette somme de connaissances pour de nouvelles applications"* (D'après le manuel de Frascati¹). On distingue trois grandes composantes de la recherche et développement : la recherche fondamentale, la recherche appliquée et le développement expérimental. L'investissement en R&D est particulièrement risqué en raison des incertitudes qui "gravitent" autour de cette activité. Ces incertitudes sont particulièrement prononcées lorsqu'il s'agit de la recherche fondamentale (qui aboutit à une innovation radicale). En effet, la recherche revient à explorer l'inconnu, à expérimenter les phénomènes sans savoir à l'avance si on va aboutir à une innovation. En d'autres termes, la durée de la recherche ne peut être déterminée à l'avance. La question que l'on peut se poser est celle de savoir jusqu'où faudra-t-il pousser la recherche pour aboutir ? C'est une question sans réponse car la R&D (fondamentale) est une activité de création des

1. Edition 2015. As the internationally recognised methodology for collecting and using R&D statistics, the OECD's Frascati Manual is an essential tool for statisticians and science and innovation policy makers worldwide. Now in its 7th edition, it includes definitions of basic concepts, data collection guidelines, and classifications for compiling R&D statistics. This updated edition contains improved guidelines reflecting recent changes in the way R&D takes place and is funded and the wider use of R&D statistics and definitions. It includes new chapters dedicated to the practical aspects of collecting R&D data in different sectors, and provides new guidance on capturing various types of public support for R&D such as tax incentives.

éléments nouveaux pour l'entreprise et pour le marché. Par ailleurs, les risques inhérents à l'activité de recherche sont nombreux. La réussite technique, technologique et commerciale est aléatoire. Plusieurs projets de recherche connaissent des échecs pour des mauvais choix technologiques. Quand bien même un projet de recherche aboutit à une innovation, la question de son adoption par les utilisateurs reste ouverte. Les débouchés commerciaux sont difficiles à anticiper car une bonne connaissance du marché à un moment donné ne permet pas d'anticiper pleinement la réaction de ce marché face à la nouveauté. A titre illustratif, "plus d'1 projet d'innovation sur 2 connaît l'échec pour des raisons essentiellement commerciales (50 % des échecs), des mauvais choix technologiques (32 % des échecs) et pour des raisons financières (18 % des échecs)" (Source : Ex Oseo ; [http ://www.oseo.fr](http://www.oseo.fr)). Un autre facteur de risque est relatif à la réaction des concurrents une fois que l'innovation aura été mise sur le marché. Face à l'introduction des nouveaux produits, il peut arriver que les concurrents de l'entreprise innovatrice élaborent les produits concurrents de l'innovation qui seront peut-être préférés par le consommateur. La réussite d'un projet de recherche peut-être aussi affecté négativement par une modification de l'environnement (réglementaire et macroéconomique). La modification de l'environnement réglementaire peut par exemple concerner les normes sanitaires qui peuvent rendre caduc un produit innovant. Quant à la modification de l'environnement macroéconomique, il peut s'agir par exemple de la variation des taux de change et des taux d'intérêt qui affectent la rentabilité des marchés ; de la modification de la structure et du niveau de la demande. Face aux risques liés aux activités de R&D, les entreprises ont tendance sous-investir dans ces activités. Pour corriger cette défaillance, les pouvoirs publics ont régulièrement recours aux subventions ou aux prêts à taux faible ou nul.

2. La R&D : un investissement très coûteux

Outre les risques qui affectent l'investissement en R&D, l'innovation est un investissement très coûteux en ce sens que les coûts fixes de la R&D sont très élevés et que le délai d'apparition de l'innovation est relativement long. En effet, la matérialisation des connaissances produites dans la phase de recherche nécessite l'acquisition des équipements sophistiqués qui ont un coût important. Contrairement à l'investissement physique où les sommes investies dans un projet peuvent être récupérées, les sommes dépensées en R&D sont difficilement récupérables (sunk costs) dans la mesure où elles sont investies pour produire l'immatériel (les connaissances). Par exemple, lorsqu'une entreprise achète une machine qu'elle ne parvient pas à rentabiliser, elle peut toujours la revendre sur le marché de l'occasion et récupérer une partie des dépenses engagées. En revanche, cette remarque ne peut s'appliquer dans le cas d'un investissement en R&D en ce sens que les résultats intermédiaires d'un projet de recherche sont difficile-

ment transférables car ils sont en partie tacites. En effet, ces résultats intermédiaires sont généralement des connaissances (somme des informations). Or, pour vendre ces informations, il faudrait que l'acheteur puisse en prendre connaissance afin de les évaluer. Dans ce cas, l'échange marchand est hélas impossible.

Un autre aspect qui rend coûteux l'investissement en R&D est l'horizon temporel des projets de recherche qui est parfois long. Concrètement, l'horizon temporel concerne le passage de la découverte d'une connaissance scientifique à la mise d'un produit sur le marché. A titre illustratif dans l'industrie pharmaceutique, cet horizon est estimé entre 10 à 15 ans pour la mise en place et la commercialisation d'un médicament. Compte tenu des coûts très élevés des activités de R&D et d'innovation qui empêchent les entreprises d'investir de manière optimale en R&D, les pouvoirs publics utilisent plusieurs instruments pour corriger cette défaillance. Ces instruments portent aussi bien sur les subventions pour alléger les coûts fixes que sur la mise en place des réseaux de collaboration permettant aux entreprises de mutualiser leurs investissements.

1.2.1.3 La "frilosité" du système bancaire traditionnel pour financer l'innovation

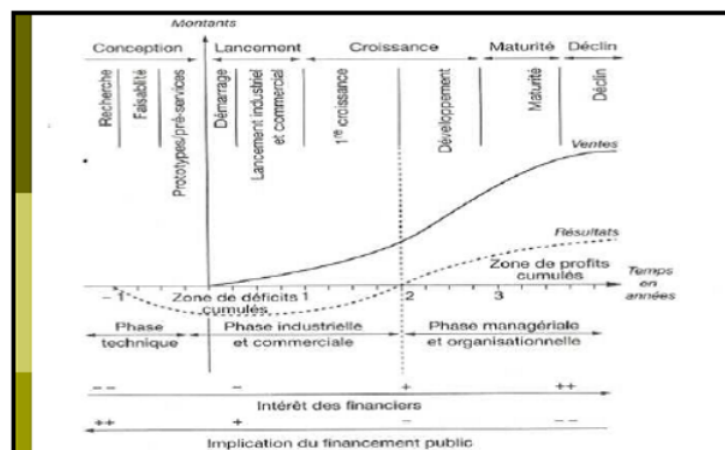
L'analyse des caractéristiques intrinsèques de l'innovation nous permet de dire que l'investissement en R&D est complètement différent de l'investissement physique. Nous avons démontré que l'innovation est un investissement particulièrement risqué, à retour financier long, très coûteux et imprévisible. A cause de ces caractéristiques, il est très difficile de lever les fonds par les voies traditionnelles afin de financer cette activité. Le système bancaire traditionnel reste donc inadapté pour financer l'innovation. En effet, lorsqu'une entreprise veut financer son projet d'investissement physique à travers un prêt bancaire, elle doit fournir à la banque un tableau prévisionnel comportant une estimation des dépenses et recettes prévisionnelles des années à venir pour que les banquiers puissent apprécier et estimer la capacité de rentabilité et donc de remboursement de l'emprunt. Dans le cas d'un investissement en R&D, il est difficile voire impossible de faire une projection des dépenses et recettes futures du projet, ce qui rend donc tout financement par la voie bancaire difficile. Cette difficulté fait référence au problème d'asymétrie d'information. Il y a donc un déficit d'information non seulement pour la banque mais aussi pour les investisseurs en R&D. C'est l'une des raisons pour lesquelles les pouvoirs publics interviennent au travers des aides (subventions, prêts à taux nul, etc.) afin de réduire ce problème d'asymétrie d'information et les incertitudes permettant ainsi au projet d'atteindre sa maturité.

Il n'existe pas de "cadre" théorique du financement de l'innovation. Toutefois, le financement de l'innovation peut être analysé en raisonnant selon le développement du cycle de vie d'une entreprise. En appliquant cette logique au développement d'un processus d'innovation, on considère donc que les problèmes de financement à chaque stade d'évo-

lution du projet d'innovation développé par l'entreprise sont finalement les mêmes que ceux observés à chaque stade d'évolution de l'entreprise elle-même. Pour comprendre cette analogie, il convient d'observer la figure 1.1 qui met en parallèle le cycle de vie de la PME et les différentes étapes d'évolution du projet d'investissement en R&D. Comme on peut le constater, la phase de conception dans une PME correspond à la recherche, la faisabilité et les prototypes. Il s'agit de la phase technique de l'investissement en R&D. Ce "matching" peut aisément se faire avec les autres phases du cycle de vie de la PME. L'un des aspects intéressants mais pas des moindres de cette figure est le lien parallèle entre l'intérêt des financiers privés et l'intervention publique au travers des aides. En observant de la gauche vers la droite, on constate que le système bancaire est moins intéressé à l'idée de financer l'investissement en R&D dans les premiers stades d'évolution du projet de recherche, car il s'agit de la période où le degré d'incertitude est très élevé. En revanche, comme on peut le constater avec les signes (++), il s'agit de la période au cours de laquelle les pouvoirs publics interviennent abondamment. Par ailleurs, lorsque le risque baisse, l'État intervient moins (jusqu'à la première phase de développement) et laisse la place au système traditionnel de la finance qui peut déjà à travers les premières ventes, estimer la rentabilité du projet. Le concours bancaire prend donc place à partir de la deuxième phase de développement (voir figure 1.2).

FIGURE 1.1 – Le cycle de vie de la PME

Source : J. Lachmann, *Economica* 2010

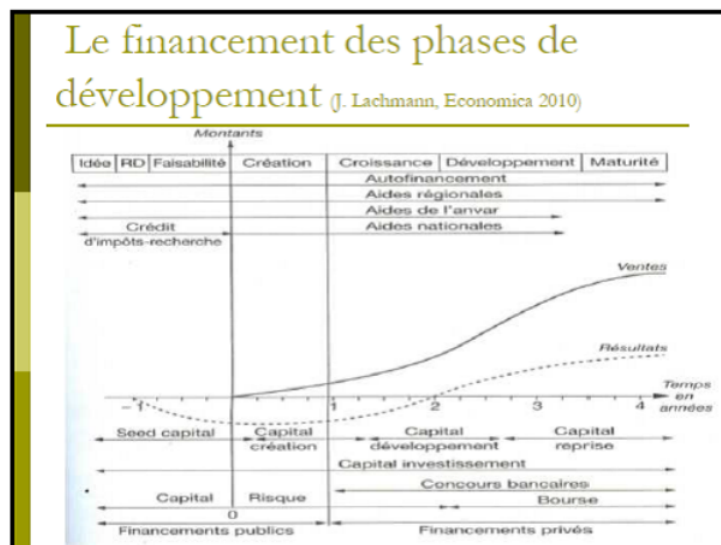


1.2.2 Fondements plus spécifiques aux relations science-industrie et au contexte français

Outre les fondements généraux, les politiques d'innovation fondées sur les relations science-industrie peuvent être justifiées par les obstacles inhérents aux relations science-industrie et par le contexte particulier du système de recherche et d'innovation français.

FIGURE 1.2 – Les financements des phases de développement de l'innovation

Source : J. Lachmann, *Economica* 2010



1.2.2.1 Contexte français

Depuis 1994, la France, comme plusieurs pays de l'OCDE dotés d'une capacité de recherche publique, a fait des transferts science-industrie l'une de ses priorités politiques. Cette politique est basée sur le fait que le secteur public de la recherche est une source potentielle unique de savoirs et de technologies que les entreprises ne peuvent développer elles-mêmes, parce qu'ils reposent sur des modes d'invention scientifiques ouverts et incompatibles avec une logique de profit économique. Au cours de ces dernières années, ces politiques ont pris différentes formes notamment la mobilité professionnelle des personnes (chercheurs, docteurs), la création d'entreprises issues de la recherche publique, la propriété intellectuelle et sa valorisation, la recherche collaborative, la recherche sur contrat, les dépenses ciblées sur la maturation y compris les mécanismes non marchands tels que les conférences, les publications, les collaborations informelles. Cependant, la plupart des pays de l'OCDE rencontrent des difficultés dans le développement des liens entre monde académique et industrie du fait que ces deux "mondes" ont des missions, des cultures et des règles de fonctionnement très différentes (OCDE, 2014).

Ces difficultés sont beaucoup plus prononcées pour ce qui est de la France. Cela s'illustre par la faible implication des financements privés dans le budget des établissements d'enseignement supérieur et de recherche (autour de 2 % en 2010, contre 6 % en moyenne dans les pays de l'OCDE, dont 15 % en Allemagne (OCDE, 2014). Cette défaillance est aussi expliquée par le faible taux de co-publications public-privé, qui en France est significativement moins élevé que, par exemple, en Suisse, en Allemagne, aux États Unis ou en Suède (OCDE, 2014). La France occupe la troisième place dans le clas-

sement des pays qui consacrent d'importants financements publics au niveau de l'État et des Régions à la recherche et au soutien à la R&D des entreprises (CNEPI, 2016). Paradoxalement, lorsqu'on regarde le classement en matière de capacité d'innovation, la France occupe la 21ème place. Ces chiffres illustrent bien la situation particulière de la France en matière d'échange des connaissances entre la sphère publique et la sphère privée. Par ailleurs, la France est reconnue pour son excellence en matière de production des connaissances et de savoirs scientifiques puisqu'elle réalise 3,5% des publications scientifiques du monde (source : Thomson Reuters, traitements OST du HCERES). Dans ce contexte, il y a manifestement un intérêt politique à valoriser ce potentiel scientifique à travers leur transformation en produits, procédés, applications, etc. Cette valorisation socio-économique se fait à travers les transferts de ces connaissances produites dans la sphère publique vers l'économie et la société. Ainsi, dans le contexte français, l'un des fondements des politiques de transferts science-industrie trouve son origine dans la volonté de la part des pouvoirs publics d'exploiter les connaissances scientifiques produites dans le secteur public de manière à ce qu'elles puissent impacter positivement la croissance économique que ce soit au niveau régional ou national. Ainsi, les collaborations entre la science et l'industrie peuvent jouer un rôle important dans l'économie et la société, comme nous le détaillons dans la *sous-section 1.2.3*.

1.2.2.2 Freins aux relations science-industrie

Même si les bénéfices que les universités et les entreprises peuvent tirer d'une coopération science-industrie sont nombreux, ces deux communautés n'ont pas une propension forte à s'engager dans les coopérations. Cela s'explique par les différences tant structurelles que fonctionnelles entre ces deux entités. Par exemple, les entreprises travaillent généralement sur les projets à court terme avec une certaine exigence sur la rentabilité économique, tandis que les universités fonctionnent dans le long terme avec le souci d'être bien jugées par les pairs. Par ailleurs, l'administration universitaire est beaucoup plus complexe que celle des entreprises. De plus, la coopération entre ces deux structures générerait des coûts de transaction. Dans les entreprises, une coopération externe est susceptible de perturber le déroulement normal des activités de l'entreprise dans la mesure où il faut trouver au sein de l'entreprise une personne qui a des compétences en matière de gestion des relations extérieures (TECHNOPOLIS et MIOIR, 2012). Il s'agit d'une activité supplémentaire pour l'entreprise et pour la personne désignée, qui suppose la mobilisation des techniques de gestion spécifiques en termes de gestion de contrat, gestion de la propriété industrielle etc. Pour les universités et les instituts de recherche, la coopération externe peut être ralentie par au moins trois facteurs (TECHNOPOLIS et MIOIR, 2012). Le premier facteur est le système d'incitation des carrières dans la mesure où les chercheurs universitaires sont évalués par leurs pairs à travers

leurs publications dans les revues scientifiques et donc le fait de travailler sur un projet avec une entreprise peut non seulement freiner la sortie d'une publication mais aussi diminuer la qualité scientifique de la dite publication. En effet, il est difficile voire impossible pour une entreprise d'accepter que le chercheur universitaire publie un article qui porte sur une innovation alors qu'elle n'a pas encore déposé le brevet. De plus, lorsqu'il s'agit d'une innovation de procédé, les entreprises adoptent généralement le secret comme mode de protection de leur innovation. Dans ce cas, il sera difficile pour le chercheur d'écrire un article sur ledit projet auquel il a participé car il aura signé un engagement de confidentialité.

Le deuxième facteur est le manque de moyens pour mener la recherche partenariale. Ce manque de moyens peut être une source de désincitation à la coopération externe. Le dernier facteur tout aussi important est le manque de culture tournée vers l'entreprise. Le taux de coopération science-industrie qui est beaucoup plus élevé aux USA qu'en France, s'explique en partie par cette culture américaine des chercheurs tournée vers l'entreprise et par un système d'incitation des carrières bien valorisé. [Bruneel, D'Este, et Salter \(2010\)](#) ont fait une étude sur les barrières à la coopération science-industrie. Pour cela, ils ont fait un distinguo entre les barrières liées à l'orientation et celles liées aux transactions. Ils trouvent que l'expérience antérieure de la recherche collaborative abaisse les barrières liées à l'orientation, que les niveaux plus élevés de la confiance réduisent les deux types de barrières, et que l'ampleur de l'interaction diminue les barrières liées à l'orientation, mais augmente les obstacles liés à la transaction. Pour ces auteurs, la confiance inter-organisationnelle serait l'un des mécanismes les plus forts pour réduire les obstacles à l'interaction entre les universités et l'industrie. *"Bâtir la confiance entre les universitaires et les praticiens industriels nécessite des investissements à long terme dans les interactions, fondés sur la compréhension mutuelle des différents systèmes d'incitation et d'objectifs. Elle nécessite également un accent sur les contacts en face-à-face entre l'industrie et le milieu universitaire, initiés par des références personnelles et soutenus par des interactions répétées"* ([Bruneel et al. 2010](#)). De même, [Balconi et Laboranti \(2006\)](#) constatent que la coopération entre l'industrie et l'université est basée sur des équipes de chercheurs des deux côtés. Des liens solides sont associés avec la haute performance scientifique, la proximité cognitive et les relations personnelles. Certains auteurs à l'instar de [Caldera et Debande \(2010\)](#) soulignent que la coopération entre les universités et les industries ne peut fonctionner efficacement que si l'on implémente les institutions intermédiaires avec des compétences en matière de gestion des transferts de technologie. [Conti et Gaule \(2011\)](#) affirment que l'une des raisons pour lesquelles les Etats-Unis surpassent l'Europe en matière de licences de technologie de l'université est que les agents de transfert de technologie des États-Unis emploient plus de personnel ayant une expérience dans l'industrie ; ce qui signifie que le personnel employé par ces institutions est tout aussi important. Les pouvoirs publics doivent donc intervenir afin de mettre en place des structures permettant de faciliter le transfert des technologies de la

sphère publique vers la sphère industrielle. Ces structures sont représentées par différentes formes notamment les parcs scientifiques, les bureaux de transferts de technologies et récemment les Instituts de Recherche Technologique dans le cadre du PIA. Par conséquent, les IRT ont un rôle fondamental à jouer dans le transfert des connaissances et technologies.

1.2.3 Rôles et impacts attendus des relations science-industrie

Les bénéfices inhérents aux relations science-industrie ont été identifiés dans plusieurs études ([Lee, 2000](#) ; [Venniker et Jongbloed, 2002](#) ; [Belderbos, Carree, et Lokshin, 2004](#) ; [Radosevic, 2011](#)). Du point de vue de la firme, ces relations permettent d'accéder à l'état de l'art des connaissances et des informations ; de développer des nouveaux produits et procédés, nouveaux pour la firme et pour le marché ; de maintenir une relation stable avec les chercheurs universitaires, d'accéder aux étudiants à fort capital humain vus comme des employés potentiels ; d'augmenter la capacité à breveter ; d'accéder aux équipements sophistiqués pour tester la qualité des matières premières et des produits finis. L'intérêt de la relation science-industrie réside donc dans sa capacité à réduire les défaillances du marché dans le domaine de l'innovation. Par exemple, l'accès aux équipements sophistiqués permet de résorber principalement le problème des coûts fixes élevés et auxiliairement la difficulté d'accéder au financement. Dans le même ordre d'idées, il a été démontré que la recherche fondamentale (qui est principalement l'œuvre de la science) conduit généralement à l'innovation radicale qui est source de dépôts de brevets. Par conséquent, une collaboration entre la science et l'industrie réduirait aussi bien le délai d'apparition de l'innovation que la durée du retour financier. Ces collaborations jouent aussi le rôle de partage de risque.

Malgré l'identification de nombreux bénéfices inhérents à la coopération science-industrie du point de vue de la firme, la littérature sur la compréhension des fondements théoriques qui sous-tendent ces bénéfices reste incomplète. Cette section vise donc à contribuer à cette littérature en mettant en relation les bénéfices inhérents à ces relations et les sous-bassements théoriques y afférents. Plus précisément, il s'agit de présenter non seulement les principales retombées qui peuvent être générées par une coopération entre la science et l'industrie mais aussi d'expliquer les fondements théoriques qui soutiennent ces retombées. Ces dernières porteront sur l'innovation, la diffusion des connaissances et l'emploi.

1.2.3.1 Relations science-industrie et l'innovation en général

La relation positive qui pourrait exister entre les transferts science-industrie et l'innovation est soutenue par la thèse de la "triple hélice" développée par [Etzkowitz et Leydes](#)

[dorff \(2000\)](#). Ces auteurs mettent l'accent sur la relation qui doit exister entre les universités, l'industrie et le gouvernement. D'après cette théorie, les universités ont une troisième mission en plus de l'enseignement et de la recherche, qui est celle de la production des connaissances scientifiques qui seront transférées dans la sphère industrielle afin de générer les innovations à haute valeur ajoutée. Pour cela, les universités doivent être liées aux industries afin de maximiser la production des connaissances. Toutefois ces auteurs affirment que la production des connaissances doit se faire dans un cadre de configurations organisationnelles hybrides, accentuées par le chevauchement des sphères institutionnelles de l'université, de l'industrie et des pouvoirs publics. Ce chevauchement produit des réseaux trilatéraux et des organisations hybrides, souvent temporaires, qui rassemblent des groupes de recherches publics et privés, encouragés, directement ou indirectement, par des aides financières gouvernementales. En définitive, les universités doivent donc jouer un rôle social et économique. En d'autres termes, dans un écosystème d'innovation, les entreprises ont besoin des connaissances nouvelles pour produire les innovations à grande valeur ajoutée et les entités qui ont pour vocation de produire ces connaissances nouvelles, ne sont rien d'autres que la science (universités et organismes de recherche publique). Pour que ce transfert de connaissances soit effectif, les pouvoirs publics doivent intervenir en mettant en place une structure hybride rassemblant les compétences d'origine publique et privée qui devra jouer le rôle d'intermédiaire entre la science et l'industrie. Cette relation est d'une certaine façon appuyée par [Eun, Lee, et Wu \(2006\)](#) qui estiment que chaque nation a son propre système national d'innovation et c'est tout à fait naturel que les liens universités-industrie prennent différentes formes, assumant différentes fonctions. Pour ces auteurs, les relations science-industrie dépendent des conditions économiques spécifiques à chaque pays et les principaux déterminants de ces relations sont les ressources internes des universités, la capacité d'absorption des firmes et l'existence d'institutions intermédiaires.

1.2.3.2 Relations science-industrie et l'innovation radicale

La recherche et développement réalisée par la science (universités et organismes de recherche publics) est caractérisée comme étant nouvelle et créative ; ceci s'explique par le fait que la science réalise les activités d'exploration qui se réfèrent aux notions telles que recherche, variation, expérimentation et découverte ([March, 1991](#)). Il s'agit donc des activités qui consistent à chercher avec l'intention de découvrir quelque chose d'inconnu, de nouveau. En raison du type d'activités des universités, certains auteurs à l'instar de [Faems, Van Looy, et Debackere \(2004\)](#) qualifient la collaboration entre les universités et l'industrie, "d'exploratoires". Ces types de collaboration seront axés sur la création de know-how et know-why des nouveaux matériaux et technologies qui peuvent éventuellement être traduits en développement commercial ([Wheelwright et Clark, 1992](#)

). L'accent principal sera mis sur la génération de nouvelles connaissances au lieu de l'exploitation des connaissances existantes (Faems et al., 2004). Par conséquent, la collaboration entre la science et l'industrie en matière de recherche est donc susceptible de générer des innovations radicales plutôt qu'incrémentales. En revanche, quand il s'agit des autres formes de coopération notamment inter-firmes, la littérature fait état de ce qu'elles engendrent les innovations incrémentales. L'explication repose sur le fait que les entreprises innovantes ont tendance à améliorer les produits innovants, en s'appuyant en général sur leurs acquis. Elles réalisent plutôt les activités d'exploitation (à opposer aux activités d'exploration de la science) qui se réfèrent aux notions telles que l'amélioration, le raffinement, l'efficacité, la sélection et l'exécution (March, 1991). La conséquence de ce type d'activité est une amélioration significative des produits existants et non la création des nouveaux produits. L'intégration des connaissances nouvelles produites par les chercheurs de la sphère publique (universités, organismes de recherche publics), dans le processus d'innovation a à son tour un effet sur le processus d'apprentissage qui est celui de la génération des nouvelles compétences.

Il en ressort donc que les activités de recherche des universités qui peuvent être qualifiées d'exploratoires génèrent des connaissances caractérisées par la nouveauté et la créativité. Ces connaissances sont utilisées par les entreprises dans leur processus d'innovation afin de générer l'innovation radicale qui aura un impact très important sur le marché. En fait, ce type d'innovation est source de dépôts de brevets ou de nouveaux produits qui vont contribuer à l'amélioration de la performance économique de l'entreprise.

1.2.3.3 Relations science-industrie et la diffusion des connaissances

Les théories de la croissance endogène développées essentiellement par Romer, Lucas et Barro, ont mis en relief le rôle important que les externalités positives de connaissance jouent dans le processus d'innovation et de croissance. Ainsi, la question qui se pose pour les responsables politiques est celle de savoir comment maximiser la diffusion de connaissance sans que cela ne conduise à du sous-investissement des entreprises en R&D. La littérature a beaucoup insisté sur le fait que la coopération en R&D est un outil permettant de protéger la fuite des connaissances dans la mesure où elle réduirait les comportements opportunistes. Ce lien entre la coopération et les externalités est largement répandu dans la littérature. Il s'agit de la conception traditionnelle des externalités qui considère la coopération comme un moyen d'internaliser les externalités. Le modèle développé par d'Aspremont et Jacquemin (1988) explique bien la relation entre la coopération en R&D et l'incitation à innover. Ces auteurs élaborent trois configurations possibles qui montrent que lorsque les externalités sont fortes, le niveau de dépenses de R&D lors de coopération partielle est supérieur à celui d'une situation d'absence de

coopération, mais inférieur à celui d'une situation de coopération totale. Cela implique qu'au-delà de l'internalisation des externalités, la coopération peut constituer un vecteur de spillovers et donc représenter un canal de diffusion des connaissances. Les mécanismes de diffusion des externalités dans le cadre des relations de coopération en R&D peuvent s'expliquer par au moins deux éléments : l'incomplétude des contrats et les caractéristiques des processus d'acquisition des connaissances. En ce qui concerne l'incomplétude des contrats, lorsque les firmes décident de s'engager dans les relations de coopération technologique afin de développer des innovations, elles veillent à ce que ces relations soient encadrées par un contrat, de manière à répondre aux questions liées au contrôle des partenaires, au partage des résultats et à l'organisation de cette coopération de manière générale. Toutefois, le contrat ne permet pas de décrire toutes les éventualités futures de cette relation de coopération, ce qui suppose que ces relations contractuelles sont soumises à des fortes incertitudes notamment l'aléa moral et la sélection adverse. Les contrats restent alors incomplets. Ce problème de l'incomplétude des contrats est d'autant plus prononcé qu'en plus des problèmes habituels d'incertitude, dans les coopérations technologiques, les activités de R&D sont marquées par une incertitude portant sur les procédures, les résultats et le succès de la R&D ([d'Aspremont et Jacquemin, 1988](#)). Par ailleurs, la connaissance étant non-rivale, il existe une incertitude forte sur l'usage privé que peuvent faire les co-contractants des connaissances qu'un des leurs a divulguées ([Cohendet et Meyer-Krahmer, 2001](#)). Le problème des contrats incomplets apparaît fondamental lorsque les collaborations portent sur des connaissances, en raison de la non-rivalité, de la non-exclusion et du caractère tacite de ces dernières ([Gallié, 2004](#)). En principe, lorsqu'un événement inattendu apparaît, le contrat prévoit les mécanismes permettant de régler cette situation. C'est le cas d'un comportement opportuniste affiché par un des agents co-contractants. Par exemple, il peut s'agir de la divulgation des connaissances développées dans le cadre de la coopération, à un tiers (hors coopération). Toutefois, pour que le mécanisme prévu par le contrat soit réalisable, il faudrait que le comportement soit observable et vérifiable. Or, il se trouve que dans l'économie de la connaissance, l'usage des connaissances n'est pas forcément observable. Par ailleurs, il est difficile de contrôler son usage car les connaissances sont non-rivales. Les firmes ont des projets propres qu'elles développent en même temps que les projets de coopération. Prouver que des ressources externes ont été utilisées pour la recherche interne peut, alors, s'avérer une tâche difficile à réaliser ([Lerner et Merges, 1998](#)). Par conséquent, il est difficile de distinguer les connaissances qui sont issues de la recherche propre à l'entreprise et celles provenant des interactions.

De cette analyse, il apparaît clairement que lorsqu'un agent contractuel adopte un comportement opportuniste, il bénéficie de connaissances dont il n'a pas (ou que partiellement) payé le prix, en raison de l'incomplétude des contrats qui ne permet pas de corriger ce comportement. Or de telles connaissances correspondent à la définition des externalités. Par conséquent, lorsque des comportements opportunistes, non sanction-

nés, apparaissent, les relations de coopération sont vecteurs ou sources d'externalités (Gallié, 2004).

Un autre élément qui permet de comprendre le mécanisme de diffusion des externalités au sein des relations de coopération est lié aux spécificités de l'acquisition et de la production des connaissances. Selon Gallié (2004), la production des connaissances est guidée par les découvertes, inventions et erreurs antérieures et résulte de la combinaison de connaissances existantes. Or, il se trouve qu'au cours des relations de coopération, des connaissances sont échangées, diffusées (volontairement ou non). Elles sont donc incorporées (au moins partiellement) par les partenaires ce qui peut entraîner une modification de leur structure et de leur cadre de réflexion. Contrairement à des actifs matériels, les connaissances utilisées au cours de la coopération ne peuvent être détruites au terme du processus : il est impossible de supprimer délibérément une connaissance d'un cerveau et donc de ce fait, d'empêcher son détenteur de s'en servir. Les agents peuvent alors réutiliser, sans en avoir nécessairement conscience, les connaissances pour leur activité de recherche interne. La question de l'usage de telles connaissances pour une utilisation interne est insoluble d'autant que le processus de création est imprévisible et incontrôlable. De plus, certaines connaissances peuvent être diffusées à l'insu de leur propriétaire, en raison de leur caractère tacite. L'agent émetteur peut ne pas avoir parfaitement conscience qu'il possède ces connaissances, il peut alors les émettre inconsciemment (Coriat et Weinstein, 1995)². Ainsi, on peut dire que dans les relations de coopération technologique, la diffusion incontrôlée des connaissances (externalités) est favorisée par la nature tacite des connaissances et par le fait que les processus d'acquisition des connaissances soient inconnus, aléatoires et illimités. La coopération est donc un vecteur des externalités.

Dans les coopérations science-industrie, la diffusion des connaissances est principalement accentuée par le caractère "ouvert" de la science et la nature "générique" des connaissances produites par la science. En effet, les universités et/ou les organismes de recherche publics sont réputés pour être ouvertes en termes de recherche. Peu d'universités en France protègent légalement ou même stratégiquement leurs inventions. Les acteurs de la science qui développent une invention ont toujours envie de le faire savoir via des publications scientifiques. Ils ont une volonté de diffuser les connaissances produites, qui seront alors profitables aux entreprises. Par ailleurs, les connaissances produites par la science sont généralement de nature générique, ce qui implique que les technologies dites "génériques" développées grâce à ces connaissances sont susceptibles d'être profitables au plus grand nombre d'entreprises appartenant à des secteurs d'activités différents. De ces connaissances, peuvent aussi découler des applications diversifiées possibles.

2. cité par Gallié, 2004

Il en ressort que les activités de R&D de la science sont plus diffuses que celles des entreprises privées. Au-delà des mécanismes fortuits à l'origine de la diffusion des connaissances, les échanges de connaissances se trouvent facilités par les collaborations à partir du moment où les acteurs ont des intérêts convergents, et/ou lorsque des mécanismes contractuels viennent réduire les comportements opportunistes liés à ces échanges.

1.2.3.4 Relations science-industrie et emploi

Selon [Dasgupta et David \(1994\)](#) qui ont contribué à développer la nouvelle économie de la science, la fonction naturelle (première) des universités est l'éducation. Les universités sont donc responsables de la formation des futures chercheurs et professionnels qui mettront leurs compétences aux services des entreprises afin de résoudre les problèmes empêchant la sortie de l'innovation ([Rosenberg et Nelson, 1994](#)). Très souvent, les universités proposent des formations aux étudiants qui ne sont pas en adéquation avec les problèmes rencontrés dans les entreprises. Les étudiants à la sortie de leur formation ne sont donc pas assez aguerris pour lever les verrous technologiques. Par conséquent les entreprises sont un peu frileuses à l'idée d'embaucher des jeunes diplômés. Ainsi, le fait de rapprocher la science et l'industrie va permettre aux universités de mieux cerner les problèmes industriels et de proposer aux étudiants des programmes mieux adaptés à la réalité au sein de l'entreprise. Par ailleurs, la rencontre entre ces deux communautés (scientifique et industrielle) peut être aussi source de création de start-ups.

Conclusion : Les impacts attendus des relations science-industrie sont principalement l'innovation en raison du caractère public de la science qui fait que son association avec l'industrie va maximiser la production des connaissances et donc générer plus d'innovation. Ces relations sont aussi susceptibles de produire des innovations radicales qui sont source de dépôts de brevets, de nouveaux produits. Cette radicalité s'explique en grande partie par le caractère nouveau et créatif des activités de la science, qui permet de produire les connaissances nouvelles qui sont exploitées par l'industrie. Par ailleurs, en raison de la nature de bien public de la science, le rapprochement entre la science et l'industrie est susceptible d'accroître la diffusion ou la valorisation des connaissances et technologies nouvelles. Au-delà de la radicalité des innovations, les relations science-industries sont aussi capables de développer les technologies génériques et de diversifier les applications possibles et ce, en raison du caractère générique des connaissances produites par la science. Outre les mécanismes fortuits liés à la diffusion des connaissances, la coopération entre ces deux entités permet de réduire les comportements opportunistes des agents impliqués qui sont liés par les relations contractuelles. Des attentes en termes d'emploi sont tout aussi importantes, grâce à une formation adaptée aux besoins des en-

treprises.

1.2.4 Rôles et bénéfices attendus des plateformes

Plusieurs littératures académiques distinctes (Voir [Gawer et Cusumano, 2014](#)) ont étudié les plateformes en essayant de donner une définition à ces dispositifs. Le point commun de ces différentes définitions est avant tout la mutualisation d'équipements au bénéfice des entreprises, en particulier les PME/PMIs ([France-Clusters, 2014](#)). L'analyse de leur composition montre qu'elles sont constituées d'au moins cinq éléments ([France-Clusters, 2014](#)) : a) *Infrastructure de recherche partenariale* (Infrastructure d'hébergement³ et services généraux) ; b) *Formation* (formation à et par la recherche⁴ et formation technique⁵) ; c) *Immobilier économique* (Incubateur et développement des start-ups issus des projets de la plateforme) ; d) *Service de base* (fonction d'accueil⁶) et e) *Services spécialisés* (Fonctions tertiaires⁷, R&D technologique⁸ et accueil d'événementiels). [Gawer et Cusumano \(2014\)](#) distinguent deux formes prédominantes de plateformes technologiques : les plateformes internes ou plateformes spécifiques à une entreprise et les plateformes externes ou plateformes industrielles au sens large. La première forme est définie comme un ensemble d'actifs organisés dans une structure commune à partir de laquelle une entreprise peut efficacement développer et produire une gamme des produits dérivés ([Meyer et Lehnerd, 1997](#) ; [Muffato et Roveda, 2002](#)). La deuxième se définit quant à elle comme les produits, les services ou les technologies qui sont similaires aux précédents mais qui fournissent une base sur laquelle les entreprises externes (organisées comme un écosystème d'affaires) peuvent développer leurs propres produits, technologies ou services complémentaires ([Gawer et Cusumano, 2002](#) ; [Gawer, 2009](#)).

Contrairement aux soutiens directs aux collaborations science-industrie, les plateformes de transfert science-industrie ont une particularité qui est celle d'amener les chercheurs publics et les acteurs privés à travailler quotidiennement avec des équipements mutualisés, localisés au même endroit, ce qui a pour conséquence de faciliter et d'augmenter l'échange d'informations et de connaissances formelles et informelles entre les acteurs scientifiques et industriels. Une telle co-localisation des compétences et des connaissances n'existe pas pour les autres instruments des politiques de transfert science-industrie, où les partenaires d'un projet de R&D collaboratif se rencontrent occasionnellement pour s'informer mutuellement de l'état d'avancement du projet. Dans ce contexte,

3. Hébergement de projets, salle de conférence, cafétariat, etc.

4. Accueil, encadrement des doctorants

5. Accueil des stagiaires, formation continue

6. Plateaux techniques : équipements connus et ouverts pour les essais, fonctionnement, sur des contrats de recherche partenariale

7. Conseil en étude marketing, services juridiques et business plan

8. Développement technologique, montage des projets collaboratifs de R&D

nous sommes amenés à penser que les plateformes technologiques seraient plus efficaces que les autres dispositifs.

De manière générale, l'objectif d'une plateforme technologique est d'accélérer le transfert de technologies et de connaissances dans les entreprises et l'introduction de l'innovation dans le marché ([France-Clusters, 2014](#)) et de renforcer la compétitivité des PME/PMI. Elle repose sur une logique de réduction des écarts entre les résultats de la recherche et la production industrielle d'une part et d'autre part, entre la production industrielle et les performances socio-économiques. Les plateformes technologiques jouent un rôle plus important pour les PME puisque ces entreprises n'ont pas de ressources financières solides leur permettant de mener les activités de R&D jusqu'à la commercialisation. Par exemple, elles permettent aux PME d'accéder plus facilement à des équipements et des compétences souvent mutualisés, que les PME seules ne peuvent pas financer, ou qui n'étaient pas accessibles localement sur le périmètre territorial ([France-Clusters, 2014](#)). Elles mettent à leur disposition des services à forte valeur ajoutée, un réseau d'experts et des technologies avancées. Pour [Gawer et Cusumano \(2014\)](#), elles jouent un rôle d'intermédiaire entre des demandeurs (entreprises le plus souvent) et des fournisseurs (autres entreprises, laboratoires, centres techniques, etc.). Le rapport commandité par [Innovation-Factory et BPIFrance-Le-Lab \(2018\)](#) stipule que *"les plateformes apportent aux ETIs et PME un relais pour leur diversification stratégique et leur digitalisation, comme c'est aussi le cas pour les grandes entreprises"*.

Si les plateformes jouent pleinement leurs rôles, on pourrait s'attendre à un certain nombre de bénéfices potentiels cités dans l'étude de [Gawer et Cusumano \(2014\)](#). Les premiers bénéfices potentiels que pourraient tirer les firmes utilisant les plateformes sont les économies de coûts fixes. En effet, l'une des caractéristiques des activités de R&D est la présence d'un coût fixe très élevé irrécupérable (*Sunk costs*) qui constitue une barrière à la R&D surtout pour les PME. Ces coûts fixes sont principalement constitués des dépenses liées à l'acquisition des équipements et machines sophistiqués, à la masse salariale des chercheurs, etc. S'il arrive qu'une PME décide malgré cette barrière, d'acquérir les équipements et machines ou d'embaucher les chercheurs, elle s'expose à un risque de faillite au cas où le projet ne réussit pas, puisqu'elle sera amenée à mobiliser ses fonds propres qui sont déjà faibles, pour ses dépenses. Dans ce cadre, l'accès facile aux équipements et aux compétences offerts par la plateforme permet aux PME de faire des économies et d'éviter une éventuelle faillite. Étant donné que les plateformes technologiques sont généralement organisées autour des équipements technologiques et outils de recherche partagés, elles représentent un moyen de partage des coûts et des risques ([France-Clusters, 2014](#)).

Ces économies de coûts fixes ne sont pas sans conséquence sur les performances socio-économiques des entreprises utilisant les plateformes. Elles pourraient se traduire

par une consolidation des capitaux propres des entreprises dans la mesure où celles-ci n'ont plus besoin de mobiliser leurs fonds propres pour se fournir en équipements et machines. Par ailleurs, la baisse des coûts fixes a un impact direct négatif sur le coût total, ce qui va augmenter la marge bénéficiaire de l'entreprise, renforcer sa trésorerie et donc rembourser ses dettes. On pourrait donc assister à une amélioration de la santé financière de l'entreprise via une augmentation de son autonomie financière. Il est également possible que l'entreprise utilise cette baisse du coût total, pour diminuer ses prix de vente afin d'accroître son chiffre d'affaires. En ce qui concerne les performances d'emploi de l'entreprise, on pourrait assister dans un premier temps, pendant l'utilisation de la plateforme, à une diminution de la main d'œuvre qualifiée puisque les entreprises ont déjà accès à des compétences qualifiées autour de la plateforme. Dans la phase de production industrielle, on pourrait observer à accroissement des emplois.

Le deuxième bénéfice potentiel de l'utilisation des plateformes est la réduction des délais de commercialisation en ce sens que l'accès à la plateforme diminue l'écart entre les résultats de la recherche et la production industrielle ([France-Clusters, 2014](#)). Cela implique que l'accompagnement des entreprises par les plateformes est susceptible de réduire le retour financier et donc d'impacter les performances socio-économiques dans un horizon de court ou moyen terme. A ces bénéfices, s'ajoutent d'autres tels que les gains d'efficacité dans le développement de produits par le biais de la réutilisation des parties communes et des conceptions "modulaires"; en particulier; la capacité de produire un grand nombre de produits dérivés avec des ressources limitées; la flexibilité dans la conception des caractéristiques du produit; l'augmentation du degré d'innovation sur les produits et services complémentaires; etc. ([Gawer & Cusumano, 2014](#)).

1.3 Les enjeux de l'évaluation des politiques fondées sur les relations science-industrie

1.3.1 Fondements généraux de l'évaluation des politiques d'innovation

Les fondements généraux concernent ici, les enjeux de l'évaluation des politiques publiques en faveur de l'innovation sans distinction aucune. La question à laquelle on cherche à répondre est celle de savoir pourquoi il est important d'évaluer les politiques d'innovation. La réponse se trouve dans l'apparition des effets pervers des politiques d'innovation, la mesure de l'efficacité de ces politiques, la meilleure allocation des ressources publiques et compte tenu du contexte particulier de la France en matière d'évaluation, dans l'enrichissement de la culture de l'évaluation en France.

1.3.1.1 L'apparition des effets pervers des politiques d'innovation

Les politiques d'innovation ou les aides publiques de R&D sont conçues pour atteindre les objectifs spécifiques. S'il est admis que ces politiques peuvent en effet entraîner les effets positifs sur les performances innovantes des entreprises, il n'en demeure pas moins que ces dernières peuvent au-delà de leur possible inefficacité, engendrer des effets indésirés ou négatifs. Dans ce contexte, il est nécessaire d'analyser ces effets pervers afin d'anticiper l'efficacité de ces politiques. L'analyse de la littérature nous a permis d'identifier les effets suivants : *l'effet d'éviction* qui se produit lorsque les dépenses publiques de R&D sous forme d'aides font baisser les dépenses privées de R&D des entreprises au lieu de les inciter. Pour [Lallement \(2011\)](#), l'effet d'éviction est lié au fait que les aides publiques de R&D peuvent induire une hausse des prix (salaires des chercheurs, etc.) liés aux activités de R&D. Cet auteur distingue l'effet d'éviction partiel et l'effet d'éviction total. Ainsi, un effet d'éviction partiel se produit lorsque "la dépense privée induite est strictement inférieure à l'aide". En d'autres termes, on parle de l'effet d'éviction partiel lorsque les dépenses privées de R&D, par rapport à ce que l'entreprise aurait fait en l'absence de la subvention, augmentent d'une partie seulement du montant de la subvention. Quant à *l'effet d'éviction total*, ce dernier apparaît "lorsque la dépense privée induite est égale à 0". Autrement dit, il y a effet *l'effet d'éviction total* quand les dépenses privées de R&D, par rapport à ce que l'entreprise aurait fait en l'absence du fond public, restent inchangées.

A côté de ces effets, [Guellec et Van Pottelsberghe \(2000\)](#) identifie *l'effet de "distorsion allocative"* qui apparaît lorsque les politiques de R&D amènent les entreprises à choisir les pistes sectorielles et technologiques moins efficaces que celles auxquelles les seules forces du marché auraient conduit. On pourrait aussi observer la distorsion de la concurrence. Plus concrètement, il s'agit de la modification des conditions normales de la concurrence due à une aide publique à la R&D apportée à certaines entreprises au détriment des autres.

1.3.1.2 Mesure de l'efficacité / efficience

De nombreux pouvoirs publics consacrent d'importants moyens financiers pour promouvoir l'innovation dans le but de stimuler la croissance économique et donc de créer les emplois. Toutefois, l'ampleur des aides à la R&D ne garantit pas toujours le succès de la politique et ce, en raison de la complexité et l'incertitude qui accompagne le processus d'innovation. La preuve en est que la France est devenue le troisième pays de l'OCDE derrière le Canada et la Corée du Sud et juste devant les Pays-Bas qui soutient le plus les entreprises pour innover ([CNEPI⁹, 2016](#)) et pourtant, elle est considérée

9. Commission nationale de l'évaluation des politiques d'innovation

comme un pays suiveur en matière de capacité d'innovation (GII¹⁰, 2015) en Europe via le European innovation scoreboard. De ce fait, l'évaluation des politiques publiques en faveur de l'innovation constitue un enjeu essentiel afin de mesurer leur efficacité et leur efficience. Plus précisément, il s'agit de vérifier si les objectifs fixés par les politiques ont été atteints d'une part (efficacité) et d'autre part si les résultats obtenus sont satisfaisants aux vus des moyens engagés (efficience) ; ce qui permet d'apprécier leur impact sur la capacité de croissance des économies ainsi que leur capacité à répondre aux problèmes environnementaux et sociétaux. Pour la première problématique, les responsables politiques cherchent le plus souvent à savoir combien d'euros une entreprise dépense en R&D pour un euro perçu sous forme d'aide publique à la R&D (Lallement, 2011). Cette question renvoie à la notion d'additionnalité. Il en existe trois formes : l'additionnalité par entrant c'est-à-dire l'effet additionnel sur les facteurs des activités de R&D tels que les dépenses de R&D, l'additionnalité par output c'est-à-dire l'effet additionnel sur les résultats des activités de R&D et l'additionnalité comportementale c'est-à-dire les changements de comportement induits par les aides à la R&D. La question de l'additionnalité sera abordée en profondeur au chapitre suivant. Les études d'évaluation se focalisent le plus souvent sur les deux premières formes d'additionnalité parce qu'elles reposent sur des variables mesurables. En ce qui concerne la deuxième problématique, celle de l'efficience, les responsables politiques cherchent à savoir si les bénéfices engendrés par les politiques de R&D sont supérieurs au coût supporté. Pour répondre à cette interrogation, les chercheurs mènent très souvent l'analyse coût-bénéfice.

1.3.1.3 Meilleure allocation des ressources publiques

Compte tenu des tendances actuelles de restriction des dépenses publiques, il y a un intérêt grandissant et un besoin de connaître la manière dont les fonds relatifs aux politiques de l'innovation peuvent être alloués de façon efficace et efficiente. La justification des dépenses publiques est au cœur des politiques publiques au moins pour deux raisons. La première raison est que l'évaluation des politiques publiques de l'innovation produit les informations qui permettraient d'implémenter les dispositifs d'aide à l'innovation basés sur les preuves du succès. La deuxième est que c'est aussi un instrument pour informer les responsables politiques et les citoyens du bien-fondé d'une politique de l'innovation et de la technologie en leur fournissant les résultats.

La France a placé depuis plusieurs années l'innovation au centre de sa stratégie pour redynamiser son économie. Elle n'a donc pas cessé de multiplier les mesures censées favoriser l'innovation (CNEPI, 2016). Toutefois, force est de constater que les résultats en sont décevants compte tenu des moyens importants engagés. En effet, la France se positionne à la 21ème place des pays innovants selon l'Organisation Mondiale de la Propriété

10. L'édition 2015 du Global Innovation Index

Intellectuelle (OMPI) en matière de capacités d'innovation (GII, 2015) et paradoxalement, elle figure parmi les pays qui consacrent d'importants financements publics au niveau de l'État et des Régions à la recherche et au soutien à la R&D des entreprises. Par ailleurs, les dépenses intérieures de R&D de la France a connu une forte croissance ces dernières années (43 156 millions de dollars en 2000 contre 55 701 millions de dollars en 2015 soit une croissance d'environ 29%). D'après le rapport de la CNEPI (2016), la France est devenue ainsi un des pays de l'OCDE qui soutiennent le plus les entreprises pour innover. Dans ce classement, les Pays-Bas dépensent moins que la France et pourtant ils sont classés 4ème selon l'OMPI. Pour éviter la dispersion des ressources financières publiques, il importe d'implémenter une évaluation de ces différentes mesures de soutien à l'innovation afin d'identifier parmi ces mesures, celle(s) qui "marche(nt)" et celle(s) qui ne "ne marche(nt) pas".

1.3.1.4 Enrichissement de la culture de l'évaluation en France

Dans les différents rapports de l'OCDE commandés par le gouvernement sur le système d'innovation, l'un des enseignements qui revient plus souvent, est l'insuffisance de l'évaluation de la politique d'innovation, en particulier au regard de son impact économique. Par ailleurs, la France est très en retard dans la pratique des évaluations des politiques publiques et donc dans la mise en œuvre des mesures publiques basées sur les preuves empiriques. Ceci pourrait expliquer la juxtaposition des différentes mesures de soutien à l'innovation qui n'aboutit pas toujours à l'impact socio-économique souhaité. A cet effet, la France a très récemment développé la culture de l'évaluation. Cela s'observe par exemple à travers la mise en place des initiatives porteuses des missions inhérentes à l'évaluation. C'est le cas de la création de la Commission nationale chargée de l'évaluation des politiques d'innovation dans le cadre du Plan innovation lancé en novembre 2013 (France-Stratégie, 2018). Ainsi, la conception d'un dispositif d'évaluation dans le domaine de l'innovation est un enjeu en ce sens que cela permettrait à la France de rattraper son retard en matière de la pratique de l'évaluation dans ce domaine. Aussi, l'évaluation des IRT contribuerait à l'enrichissement des pratiques et méthodes de l'évaluation des politiques de l'innovation.

Outre les fondements généraux de l'évaluation des politiques d'innovation, les fondements plus spécifiques à l'évaluation des IRT en tant que politiques de transferts mettent en évidence les difficultés d'efficacité de ces politiques.

1.3.2 Les enjeux de l'évaluation des IRT

Les Instituts de Recherche Technologique sont des dispositifs nouvellement implantés ayant des caractéristiques propres, qui sont encore à l'état expérimental. Les efforts

d'apprentissage seront donc à réaliser. Il est primordial de comprendre les mécanismes de fonctionnement, de mieux appréhender les conditions d'efficacité de tels dispositifs en vue de mieux guider la prise de décision en matière de politique de l'innovation. En égard au coût élevé de ces dispositifs ainsi qu'à leur nouveauté, il est important de les évaluer non seulement pour vérifier s'ils ont atteints leurs objectifs préalablement fixés mais aussi afin de rendre compte de la manière dont ils pourraient fonctionner efficacement afin de produire les effets désirés.

Les enjeux de l'évaluation des IRT en tant que politiques fondées sur les relations science-industrie, reposent sur les risques d'échec de cette forme de politique, sur les difficultés d'efficacité des IRT, et sur les caractéristiques propres aux IRT.

1.3.2.1 Les risques d'échec des politiques fondées sur les relations science-industrie

L'évaluation des relations science-industrie mérite une attention particulière en raison de la diversité des acteurs impliqués chacun ayant des objectifs divers, voire même contradictoires. En effet, cette relation doit répondre aux nombreuses attentes des partenaires industriels privés, des chercheurs publics et les pouvoirs publics. D'après [Davoine et Deitmer \(2009\)](#) et comme nous l'avons détaillé précédemment, pour les partenaires industriels privés, le partenariat doit permettre d'avoir accès à certaines ressources et infrastructures présentes dans les universités ou les instituts de recherche publics et d'avoir accès à des compétences dont ils ne disposent pas en interne. Dans certains cas, la relation avec la recherche fondamentale peut aussi permettre à une entreprise d'envisager des scénarii à plus long terme et de limiter ses risques. Pour les chercheurs publics, un partenariat peut apporter de nouvelles questions de recherche ainsi que de nouveaux financements pour des projets plus ambitieux. Pour les décideurs régionaux, nationaux et européens, le financement ou l'encouragement de partenariats vise, d'une part, une utilisation plus rationnelle des ressources en essayant d'éviter les doublons privés-publics et, d'autre part, à renforcer les synergies, le potentiel d'innovation local et la compétitivité des acteurs concernés. Par conséquent, la divergence des objectifs des partenaires pourrait être la source de l'échec des politiques d'innovation fondées sur les coopérations science-industrie.

Par ailleurs, les risques d'échec peuvent aussi apparaître à cause des enjeux de l'appropriabilité des résultats de la recherche. Le problème de la propriété des résultats peut se poser compte tenu du fait qu'il y a divers acteurs aux objectifs divers qui sont impliqués (entreprises, universités, organismes de recherche publics). Une étude de [Tassonne \(1995\)](#) portant sur 78 coopérations montre que les principaux obstacles des coopérations public-privé sont liés à des asymétries de pouvoir (souvent à l'avantage de grands groupes industriels), à des différences d'approches des acteurs publics et privés (l'approche des industriels privilégiant la valorisation économique des résultats et la confi-

dentialité, alors que l'approche des chercheurs publics privilégie plutôt la publication et la diffusion des savoirs) et à la difficulté à construire un langage commun entre partenaires d'organisations différentes. Certains auteurs à l'instar de [Mothe \(2001\)](#), insistent aussi sur l'importance de la confiance, d'une approche coopérative et d'une communication intense entre partenaires. Ces différents freins peuvent être la source de l'inefficacité de la coopération entre la science et l'industrie. Par conséquent, il convient donc d'analyser et d'évaluer ces différents aspects dans une perspective d'éradiquer ces problèmes ou du moins de les diminuer, pour que le langage commun puisse s'installer naturellement.

1.3.2.2 Les difficultés d'efficacité des Instituts de Recherche Technologique (IRT)

Les enjeux de l'évaluation de l'IRT peuvent résider dans les risques d'échec de ces dispositifs. Concrètement, il s'agit principalement des comportements des acteurs impliqués qui peuvent empêcher les IRT d'atteindre leurs objectifs. On pourrait notamment assister aux problèmes liés aux comportements opportunistes et à l'asymétrie de pouvoir des partenaires. Le problème relatif aux comportements opportunistes vient du fait que dans ce type de dispositif, comme dans tous les dispositifs de coopération, certaines entreprises peuvent se comporter en "free rider"¹¹, en fournissant moins d'efforts dans le cadre de la coopération, tout en exploitant les résultats développés. Cette situation est susceptible d'avoir un impact négatif sur le profit joint. Quant à la problématique liée à l'asymétrie de pouvoir des partenaires, les entreprises ne s'investissent pas avec la même intensité dans les IRT. Certaines firmes investissent de gros montants tandis que d'autres ne financent que superficiellement les activités de l'IRT. De ce fait, il apparaît tout naturel que les gros bailleurs de fonds aient envie d'avoir un pouvoir plus important reflétant leur degré de participation. Cette asymétrie de pouvoir peut causer la guerre de leadership et empêcher cette coopération d'atteindre les objectifs fixés. Les entreprises leaders peuvent donc décider de mettre en place des programmes de recherche qui ne correspondent vraiment pas à la vision d'ensemble ; ne profitant qu'à une minorité. L'asymétrie de pouvoir des partenaires semble donc être l'un des principaux obstacles dans les relations science-industrie comme le montre l'étude de [Tassonne \(1995\)](#) qui indique que dans cette guerre de leadership, les grands groupes industriels ont plus d'avantages.

1.3.2.3 Autres spécificités des IRT

Les IRT reposent sur les plateformes technologiques. Par rapport aux aides directs aux collaborations science-industrie, les plateformes seraient plus efficaces en ce sens qu'elles amènent les acteurs publics et privés à travailler quotidiennement ensemble sur les projets communs, ce qui a pour conséquence directe l'augmentation des flux des

11. Phénomène de passager clandestin

échanges de connaissances et l'accélération des innovations dans les entreprises. Dans ce cadre, il est essentiel d'évaluer les effets directs des plateformes technologiques sur les entreprises. En plus des effets directs, les effets indirects sont recherchés. En effet, les IRT ont été conçus sous le principe de territorialité, c'est-à-dire en prenant en compte les spécificités du territoire dans lequel ils ont été implantés, les liens entre les entreprises et l'économie locale. Cela suppose donc qu'une firme pourrait être affectée par les IRT en raison de sa proximité avec les IRT et de ses interactions avec les bénéficiaires directs locaux. De ce fait, les effets indirects locaux des IRT sont aussi attendus. Ces effets sont d'autant plus attendus que les connaissances produites par la science sont de nature générique et que les IRT ont mis en place des programmes de diffusion des technologies génériques.

Par ailleurs, l'implication des grandes entreprises dans les IRT est forte en ce sens qu'elles en sont les membres fondateurs privés. A ce titre, elles financent 50% des activités de l'IRT, l'autre moitié étant prise en charge par les collectivités territoriales. Les effets des IRT sur les grandes entreprises méritent donc d'être rigoureusement évalués.

1.4 Conclusion

Ce chapitre avait pour objectif de fixer un cadre conceptuel des politiques d'innovation fondées sur les relations science-industrie. Pour ce faire, nous avons dans un premier temps cherché à comprendre les fondements des politiques d'innovation fondées sur les relations science-industrie et dans un second temps, les enjeux de l'évaluation de ces politiques. Afin de répondre à la première interrogation, nous avons analysé de manière plus générale les soubassements des politiques d'innovation et plus spécifiquement des politiques d'innovation fondées sur les relations science-industrie. Partant de ces fondements, nous avons cherché à identifier les impacts attendus des relations science-industrie et à comprendre dans quelle mesure ces relations peuvent générer ces impacts. Par la suite, nous avons étudié les rôles et bénéfices attendus des plateformes technologiques.

De ces analyses, il ressort de manière générale, que les politiques d'innovation sont justifiées par les différentes défaillances du marché dans le domaine de l'innovation qui conduisent à un investissement non optimal en R&D ; par les caractéristiques intrinsèques de l'innovation et par l'inadaptation du système bancaire qui ne permet pas de financer de façon optimale l'innovation. Par ailleurs, le contexte français caractérisé principalement par un manque d'échange des connaissances entre la science et l'industrie d'une part et d'autre part, les freins inhérents à la coopération science-industrie sont au fondement des politiques fondées sur les relations science-industrie. Dans ce contexte, les relations science-industrie impulsées par les politiques permettent de corri-

ger les défaillances de marché en évitant la duplication des activités de R&D, en incitant à la recherche fondamentale dans les entreprises, en réduisant le degré d'incertitude et les coûts fixes relatifs à la R&D et surtout en accélérant les transferts de connaissances de la sphère publique vers la sphère privée. Si les relations science-industrie jouent de manière efficace leurs rôles, on peut s'attendre en termes d'impact à trois types d'effets : des effets directs, des effets indirects et des effets territoriaux. Les retombées peuvent se traduire par davantage d'innovations radicales, une meilleure diffusion des connaissances susceptible d'accroître les investissements en R&D et technologies et un accroissement des activités économiques et de l'emploi. Quant aux plateformes technologiques, il convient de retenir que l'objectif principal consiste à accélérer le transfert de technologies et de connaissance dans les entreprises et l'introduction de l'innovation dans le marché. Pour cela, elles réduisent les écarts entre les résultats de la recherche et la production industrielle d'une part et d'autre part, entre la production industrielle et les performances socio-économiques ; elles permettent aux PME d'accéder plus facilement à des équipements et des compétences souvent mutualisés ; elles mettent à leur disposition des services à forte valeur ajoutée et un réseau d'experts et des technologies avancées ; elles jouent un rôle d'intermédiaire entre des demandeurs et des fournisseurs. Si les plateformes jouent pleinement leurs rôles, on pourrait s'attendre à un certain nombre de bénéfices potentiels tels que les économies de coûts fixes, la réduction des délais de commercialisation, l'augmentation du degré d'innovation sur les produits et services complémentaires ; etc.

Toutefois, il est possible que les politiques fondées sur les relations science-industrie en général et en particulier la politique des IRT ne puissent pas générer les effets et les bénéfices souhaités, dans la mesure où elles sont exposées à des risques d'échec. Les difficultés d'efficacité de ces politiques sont inhérentes à la diversité des objectifs des acteurs impliqués, à la présence de comportements opportunistes, à l'asymétrie du pouvoir entre les partenaires et aux enjeux de l'appropriabilité des résultats de la R&D. Par conséquent, il y a un fort besoin d'évaluer ces politiques afin de mieux rationaliser les dépenses publiques, d'améliorer les dispositifs d'aide à l'innovation, de rendre compte aux contribuables et d'enrichir la culture et les outils d'évaluation des politiques publiques en France. Par ailleurs, compte tenu du coût élevé des IRT pour les collectivités territoriales, de la nouveauté et de l'originalité de ces dispositifs, de la logique des plateformes, de la recherche d'effets indirects et de la forte implication des grandes entreprises dans les IRT, ces dispositifs méritent d'être évalués.

A ce jour, la littérature empirique sur les plateformes est inexistante et pourtant ces outils prennent de plus en plus d'importance dans le paysage des politiques d'innovation. La littérature empirique sur les dispositifs de type de transfert science-industrie se focalise sur les effets directs, accordant ainsi peu d'intérêt aux effets indirects. Par ailleurs, les méthodes d'évaluation traditionnelles ne sont pas adaptées à l'évaluation d'impact des grandes entreprises en raison de la difficulté de trouver les contrefactuels valides,

d'où l'absence des travaux d'évaluation empiriques sur l'impact des politiques publiques sur les grandes entreprises. Il s'agit là des manques importants que nous cherchons à combler dans le reste de la thèse. Ils seront détaillés en profondeur dans les chapitres suivants.

ÉVALUATION DE L'EFFICACITÉ DES PLATEFORMES TECHNOLOGIQUES EN TANT QU'OUTIL DE DIFFUSION TECHNOLOGIQUE : L'IMPACT DES INSTITUTS DE RECHERCHE TECHNOLOGIQUE FRANÇAIS SUR LES PERFORMANCES DES PMES

2.1 Introduction

Au cours des récentes années, de nombreuses études empiriques ont cherché à évaluer l'impact des politiques d'innovation fondées sur les relations science-industrie sur les performances des entreprises. Toutefois, ces travaux d'évaluation se sont principalement intéressés à l'impact des aides directes de ces politiques ([Lundmark et Power, 2008](#) ; [Giuliani et Arza, 2009](#) ; [Dessertine, 2014](#) ; [Brossard et Moussa, 2014](#) ; [Dujardin et al., 2015](#) ; [Ben Hassine et Mathieu, 2017](#) ; [Nishimura et Okamuro, 2016](#) ; [Eom et Lee, 2010](#) ; [Chai et Shih, 2016](#) ; [Bellucci et al., 2018](#)), ignorant totalement l'impact des plateformes de transfert science-industrie. Or, la question de l'efficacité des plateformes est importante pour les pouvoirs publics qui aimeraient savoir s'il est plus efficace d'apporter un soutien financier direct aux entreprises ou bien de financer des plateformes qui à leur tour interagissent avec les entreprises. Par ailleurs, ces plateformes pourraient, compte tenu de leur spécificité, être plus efficaces que les autres instruments de politique de transfert science-industrie, en ce sens qu'elles amènent les chercheurs publics et les acteurs privés à travailler quotidiennement avec des équipements mutualisés, localisés au même endroit, ce qui a pour conséquence de faciliter et d'augmenter l'échange d'informations et de connaissances formelles et informelles entre les acteurs scientifiques et leurs homologues de l'industrie. Une telle co-localisation des compétences et des connaissances n'existe pas pour les autres instruments des politiques de transfert science-industrie, où les partenaires d'un projet de R&D collaboratif se rencontrent occasionnellement pour s'informer mutuellement de l'état d'avancement du projet sans qu'il y ait un transfert de connaissances significatif. Par ailleurs, les plateformes technologiques jouent un rôle clé dans la commercialisation des produits innovants, via la réduction des délais de mise sur le marché. Ce type d'outil est surtout utile pour les PMEs dans la mesure où elles n'ont pas suffisamment de ressources pour développer une nouvelle idée jusqu'à sa commercialisation. De plus, les plateformes technologiques jouent un rôle essentiel dans les systèmes d'innovation régionaux, en ce sens qu'elles sont très utilisées par les collectivi-

tés locales comme outils de développement local ([France-Clusters, 2014](#)).

En France, les plateformes occupent une place importante dans le système national d'innovation. D'après le rapport d'[Innovation-Factory et BPIFrance-Le-Lab \(2018\)](#) portant sur le rôle des plateformes dans les écosystèmes d'innovation régionaux, *"les plateformes se développent un peu partout sur le territoire national français. La France présente une double originalité qui repose à la fois sur le foisonnement des initiatives et sur la mise en place de méga-plateformes. Elles se distinguent par la taille du lieu physique et des investissements ainsi que par les ambitions qu'elles poursuivent le plus souvent en termes d'impact(s) territorial et/ou sociétal"* (page 7). Malgré l'importance de ces dispositifs, l'impact réel des plateformes sur les activités économiques des entreprises et des territoires reste une question ouverte ([Innovation-Factory & BPIFrance-Le-Lab, 2018](#)).

L'objectif général de ce chapitre est d'analyser et d'évaluer l'impact du dispositif IRT en tant que plateforme, sur les performances socio-économiques des PME. Pour cela, nous considérons l'Institut de Recherche Technologique Français "Nanoelec" (voir *section 2.1* de l'introduction générale) qui est fondé sur les plateformes technologiques et qui a été créé en 2012 à Grenoble. La raison principale est celle évoquée dans la *section 4.1* de l'introduction générale de la thèse.

Dans le cadre de ses activités, l'IRT Nanoelec a mis en place un programme destiné uniquement aux PME, souhaitant intégrer de l'électronique dans leurs produits. Appelé "Easytech", ce programme a pour objectif d'aider les PME à créer des nouveaux produits ou à faire évoluer les produits existants ; à accélérer le développement de leurs produits, services ou procédés innovants et à donner à l'entreprise un avantage compétitif et ce, grâce au savoir-faire du territoire grenoblois. Pour cela, il offre un accompagnement personnalisé permettant aux entreprises d'identifier des pistes d'innovation de produit ou de procédé, de mieux gérer les différentes étapes du processus d'innovation et pouvoir accéder à de nouvelles sources de financement. Trois types d'offres d'accompagnement sont proposés : *Les expertises, Les séances de créativité et Une offre de réalisation*. Ces offres seront bien détaillées dans la suite du chapitre. Contrairement aux aides directes à la R&D où l'entreprise reçoit une incitation financière pour s'engager dans une coopération de R&D, dans cet accompagnement, c'est plutôt à l'entreprise de payer un service de R&D pour travailler en collaboration avec les acteurs publics dans le cadre des plateformes. La particularité des plateformes de transfert science-industrie est qu'elles accélèrent le transfert des connaissances et des technologies dans les entreprises, réduisant ainsi le passage de la R&D à la production industrielle.

Cette étude d'évaluation d'impact est fondée sur l'estimateur à effets fixes appliqué dans un modèle de différence-en-différence, combiné aux méthodes d'appariement afin de sélectionner le groupe de contrôle approprié. Étant donné que l'objectif des plateformes technologiques est l'accélération du transfert de l'innovation dans les entreprises et par voie de conséquence, la réduction du délai de mise sur le marché, cette étude se concentre, malgré le faible décalage temporel, sur les variables financières (chiffre d'affaires, auto-

nomie financière et capitaux propres) et les variables de l'emploi (emploi total, nombre de cadres et part de cadres).

Ce chapitre apporte deux contributions majeures. Premièrement, les plateformes technologiques figurent parmi les outils privilégiés en France, pour renforcer les liens entre la science et l'industrie et accélérer le transfert de technologie dans les entreprises, en particulier les PME. Par conséquent, les collectivités locales consacrent d'importantes ressources financières au développement de ces plateformes. Cependant, l'impact réel des plateformes sur les activités économiques des entreprises reste non évalué. À notre connaissance, il n'existe pas d'études empiriques cherchant à évaluer l'efficacité de ces outils. Ce chapitre comble cette limite en contribuant à la littérature sur l'évaluation d'impact des plateformes technologiques pour la performance des PME. Deuxièmement, cette étude constitue la première évaluation quantitative de l'impact des IRT depuis la mise en œuvre de la politique de l'IRT en 2012 en France. En cela, nos travaux contribuent à une meilleure compréhension de l'efficacité réelle des politiques de transfert science-industrie en ce sens que les IRT réalisent exclusivement des projets de R&D de type science-industrie.

Le reste du chapitre est structuré comme suit. La [section 2.2](#) présente une revue de littérature qui se focalise d'une part, sur l'impact des dispositifs de type science-industrie sur les PME et d'autre part, sur la plateforme IRT et ses actions en faveur des PME dans l'IRT Nanoelec. La [section 2.3](#) explique la stratégie économétrique d'évaluation tandis que la [section 2.4](#) présente les données et les variables de résultat. La [section 2.5](#) se focalise sur les principaux résultats et la [section 2.6](#), sur les tests de robustesse. La [section 2.7](#) fournit la conclusion et quelques recommandations politiques.

2.2 Revue de littérature

2.2.1 Littérature empirique : Impact des dispositifs de type science-industrie

La littérature empirique s'est essentiellement focalisée sur l'évaluation d'impact des dispositifs d'aides directes de la politique fondée sur les relations science-industrie. Dans ces dispositifs, on retrouve les clusters ([Lundmark et Power, 2008](#) ; [Giuliani et Arza, 2009](#) ; [Dessertine, 2014](#) ; [Brossard et Moussa, 2014](#) ; [Dujardin et al., 2015](#) ; [Ben Hassine et Mathieu, 2017](#)), les parcs scientifiques et technologiques ([Autant-Bernard, 2015](#)), les programmes de subvention de recherche collaborative ([Bellucci et al., 2018](#)), les consortiums de R&D ([Nishimura et Okamuro, 2016](#) ; [Chai et Shih, 2016](#) ; [Eom et Lee, 2010](#)) et l'IRT Jules Vernes et les SATT ([Cour-des comptes, 2018](#)). Dans cette revue, nous nous

focalisons uniquement sur les études empiriques portant sur les dispositifs réalisant uniquement les projets de type science-industrie, ceci afin de mieux cerner les spécificités des relations science-industrie impulsées par les pouvoirs publics.

Les travaux d'[Eom et Lee \(2010\)](#) évaluent sur la période 2000-2001, les effets d'une politique menée dans les années 1990 par le gouvernement Coréen, visant à promouvoir exclusivement les consortiums de R&D de type science-industrie. En appliquant la méthode des variables instrumentales sans "matching" sur un échantillon de 538 firmes, les auteurs trouvent un effet positif et significatif de la coopération science-industrie sur les brevets. Par contre, aucun effet n'est identifié sur la probabilité d'innover, ni sur la productivité du travail encore moins sur les ventes. Ils expliquent les résultats non-significatifs par le fait que la coopération université-industrie ne peut pas garantir le succès de l'innovation technologique ; mais plutôt, elle peut avoir une influence sur la sélection ou la direction des projets de recherche de l'entreprise. Aucune précision n'est donnée sur la catégorie d'entreprises étudiées, mais la taille moyenne de ces entreprises environnant 200 employés, laisse penser que les entreprises analysées sont principalement les petites et moyennes entreprises (PMEs). Par ailleurs, [Nishimura et Okamuro \(2016\)](#) utilisent un échantillon hétérogène (PMEs et grandes entreprises) de 584 entreprises pour évaluer les effets directs d'un programme de soutien aux consortiums de R&D financé par le gouvernement japonais. Ce programme sponsorise exclusivement les projets R&D de type science-industrie pendant deux ans [1997-1998] et cible exclusivement la recherche appliquée et le développement pour la commercialisation. Contrairement à l'étude précédente, les auteurs construisent un groupe d'entreprises de contrôle via la méthode du score de propension et comparent les performances entre les entreprises traitées et les entreprises de contrôle. Environ 10 ans après le traitement (2007 et 2008), les auteurs trouvent que seules les PME membres du consortium améliorent significativement la productivité du travail, la productivité totale des facteurs et la vente des produits comparativement aux entreprises hors consortium. Danish National Advanced Technology Foundation (DNATF) est la seule source gouvernementale Danoise de financement qui a soutenu exclusivement les partenariats de recherche Science-Industrie, avec l'objectif de développer les produits commercialisés dans les entreprises privées. [Chai et Shih \(2016\)](#) cherchent à savoir si les firmes ayant bénéficié du financement de la fondation entre 2005-2010 (période de traitement) améliorent leur performance innovante (le nombre brevets, le nombre de publications, la proportion des publications inter-institutionnelles) comparativement aux entreprises non bénéficiaires. Les résultats obtenus via la méthode de différence-en-différence appariée sur un échantillon de 126 firmes, indiquent que pour l'année 2010, la participation à des partenariats université-industrie où la médiation est active, améliore le nombre de publications évaluées par les pairs et la proportion des publications interinstitutionnelles pour les PME, mais pas le nombre de brevets. Ces auteurs essaient d'expliquer cet effet nul sur les brevets en évoquant l'idée partagée selon laquelle les partenariats science-industrie influencent la sélection ou la direction

des projets de recherche de l'entreprise vers la recherche fondamentale. Le changement de direction de la recherche suggère que le soutien financier public pour les partenariats université-industrie comble le fossé entre la science et la technologie et permet aux entreprises d'investir davantage dans les activités innovantes à risque et de base pour accroître leur stock de connaissances.

La méthode de la double différence est difficilement applicable lorsque l'échantillon des bénéficiaires est limité et la profondeur temporelle réduite. C'est dans ce contexte que la [Cour-des comptes \(2018\)](#) a développé une méthodologie appelée « la méthode de comparaison individuelle à l'ensemble NAF » pour tenter d'évaluer l'impact socio-économique de l'IRT Jules Verne sur un groupe de 11 PME et des SATT sur un groupe de 15 entreprises ayant conclu un accord de licence. En utilisant comme indicateur socio-économique le chiffre d'affaires, cette méthode consiste à analyser l'évolution du chiffre d'affaires des entreprises aidées et à le comparer avec celui des entreprises du même secteur d'activité. Au lieu d'estimer l'effet de ces outils, l'objectif de cette méthode était de déterminer si l'appartenance d'une entreprise à l'IRT ou la conclusion d'un accord de licence avec la SATT peut être corrélée à une amélioration du chiffre d'affaires de l'entreprise considérée par rapport au chiffre d'affaires de l'ensemble des entreprises du même code NAF (Nomenclature d'activités françaises). En d'autres termes, cette méthode ne permet pas d'établir une relation causale mais plutôt une corrélation significative entre la participation à un programme et une évolution des variables de résultat. Cette méthode permet d'ores et déjà d'observer que la conclusion d'une licence de brevet avec une SATT est corrélée avec une amélioration du chiffre d'affaires de l'entreprise concernée au moins égale à 4 % à court terme. Les résultats de cette analyse pour les IRT montrent que l'appartenance d'une entreprise à l'IRT est corrélée avec une amélioration du chiffre d'affaires à 2% à court terme.

Comme on peut le constater, il existe très peu d'études empiriques sur l'impact des politiques de type transfert science-industrie qui encadrent exclusivement les projets de R&D science-industrie. Il est donc très difficile de tirer des conclusions définitives. Néanmoins, les résultats d'analyse laissent penser que l'efficacité de ces dispositifs de type science-industrie ne serait observable sur les indicateurs d'output (Brevets, productivité du travail, productivité total des facteurs, etc.) et sur les indicateurs économiques (ventes, etc.) que sous deux conditions : La première condition est qu'il faut les évaluer dans un horizon de long terme (10 années après le traitement pour [Eom et Lee, 2010](#) et [Nishimura et Okamuro, 2016](#)). La deuxième condition est que l'objectif de ces dispositifs doit porter sur le développement de la recherche appliquée et des produits commercialisés (comme c'est le cas pour [Nishimura et Okamuro \(2016\)](#) et [Chai et Shih \(2016\)](#)), sauf si les pouvoirs publics ont pour ambition d'amener les entreprises à prendre plus de risque en investissant dans les projets fondés sur la R&D fondamentale. Par ailleurs, on peut

tout de même soulever quelques remarques importantes. La première remarque est relative à la méthodologie. La méthode d'évaluation semble ne pas être robuste pour les deux premières études (Eom & Lee, 2010 ; Nishimura & Okamuro, 2016). Pour la première étude, les auteurs n'ont pas constitué un groupe de contrôle qui aurait permis de construire la situation contrefactuelle des entreprises traitées. Cela représente une limite méthodologique dans la mesure où il est impossible de connaître les performances que les entreprises auraient eues si elles n'avaient pas été traitées. Cette limite est prise en compte dans les travaux de Nishimura et Okamuro (2016) qui constituent un groupe de contrôle en utilisant la méthode d'appariement par le score de propension. Toutefois, ces auteurs utilisent la méthode de première différence pour estimer l'effet du traitement. Cette méthode consiste à faire la différence entre les performances des entreprises traitées et des entreprises de contrôle. Cela suggère que cette méthode ne contrôle pas, comme l'aurait fait la méthode de différence-en-différence, pour les variables inobservées stables dans le temps susceptibles d'impacter le traitement et les performances. La deuxième remarque porte sur l'échantillon. A notre connaissance, il n'existe pas d'étude empirique qui se soit spécialement focalisée sur l'évaluation des PME. On retrouve plutôt des travaux d'évaluation qui portent sur des échantillons hétérogènes constitués souvent de PME, d'ETIs et de grandes entreprises. Le fait d'avoir un échantillon total extrêmement hétérogène, pourrait impacter l'effet moyen estimé qui serait fortement influencé par les valeurs des variables relatives aux grandes entreprises et aux ETIs. Cela pourrait expliquer pourquoi les résultats d'estimation ne sont pas le plus souvent stables en ce qui concerne les PME. Il serait préférable de constituer un échantillon complètement homogène comprenant uniquement les PME. Une dernière remarque et pas des moindres est inhérente aux travaux d'évaluation des plateformes technologiques. A notre connaissance, il n'existe pas de travaux empiriques visant à évaluer l'impact des plateformes technologiques sur les performances des entreprises.

2.2.2 La plateforme IRT et les actions en faveur des PME dans l'IRT Naelec

Cette sous-section vise à s'interroger sur les défaillances auxquelles les IRT cherchent particulièrement à répondre et à s'interroger sur leur capacité à produire les impacts attendus. Il convient de rappeler que la principale caractéristique des IRT qui les distingue des autres politiques fondées sur les relations science-industrie, est qu'ils sont construits autour des plateformes technologiques. Ce qui suppose que les acteurs publics et privés sont appelés à travailler ensemble dans le même lieu : c'est la colocalisation. D'ailleurs, cette spécificité est clairement établie dans la définition officielle des IRT (voir l'introduction générale, section 1). De ce fait, notre analyse va principalement se concentrer sur cet aspect afin de répondre aux questions suivantes : A quelles défaillances cherche-t-on

particulièrement à répondre avec les IRT ? A quoi peut-on s'attendre en termes de bénéfices ? Par ailleurs, quels sont les types d'effets que peuvent générer les IRT ?

Dans la publication de l'appel à projets IRT, édition 2010 effectuée par l'Agence Nationale de la Recherche ([ANR, 2010](#)), il apparaît clairement que les attentes des IRT reposent sur trois points¹ : Le développement technologique, la diffusion ou valorisation des technologies et la formation. A cela, s'ajoute un enjeu territorial étant donné que les IRT sont aussi fondés sur le principe de territorialité.

2.2.2.1 IRT et innovation technologique

La production et le succès d'une innovation dépendent de plusieurs conditions ; techniques, technologiques, commerciales, managériales, financières, sociales, etc. Sur le plan technique, plusieurs entreprises et généralement les PME font face à des problèmes techniques pouvant conduire à un échec en cas de non-résolution. La résolution de ce type de problème exige de l'expertise et surtout du temps, ce qui a pour conséquence de ralentir ou d'empêcher la sortie d'une innovation. Or il se trouve que les IRT en tant que plateforme possèdent des compétences susceptibles de lever ces verrous techniques. Ainsi, le fait qu'une entreprise ayant ce type de problème se rapproche des IRT, permet à cette dernière de résoudre rapidement cette difficulté ; ce qui conduit à augmenter la probabilité d'innover. D'ailleurs, selon [Gawer et Cusumano \(2014\)](#), les preuves empiriques indiquent que, dans la pratique, les entreprises utilisent avec succès des plateformes de produits afin de contrôler les coûts de production élevés, et de réduire les délais de commercialisation. Ces auteurs analysent la littérature sur les plateformes et identifient différents bénéfices des plateformes : *les économies de coûts fixes ; les gains d'efficacité dans le développement de produits par le biais de la réutilisation des parties communes et des conceptions "modulaires", en particulier, la capacité de produire un grand nombre de produits dérivés avec des ressources limitées ; la flexibilité dans la conception des caractéristiques du produit ; l'augmentation du degré d'innovation sur les produits et services complémentaires, etc.* Dans le même ordre d'idées, les PME manquent souvent d'équipements technologiques pour réaliser leurs idées et donc les IRT sont un moyen pour elles d'accéder à des équipements sophistiqués. Pour l'IRT Saint Exupéry, « les plateformes technologiques sont les accélérateurs des innovations technologiques et de leur transfert vers l'industrie ».

Les IRT ont été construits dans une logique de co-investissement c'est-à-dire que les projets sont financés à 50% par les acteurs publics et 50% par les acteurs privés. Cette logique devrait donc inciter surtout les PME à réaliser les activités de R&D, ce qui influencera la probabilité que l'innovation "voit le jour". Par ailleurs, la R&D est perçue comme un investissement très risqué en raison de l'incertitude technologique, écono-

1. Présentation générale de IRT Nanoelec, 2014

mique et commerciale ; ce qui affecte négativement la volonté des PME qui sont déjà fragiles, de s'engager dans les activités de R&D. L'une des particularités des IRT par rapport aux autres dispositifs est que c'est un dispositif thématique et que les projets sont réalisés dans le cadre d'une collaboration public-privé multipartenariale, cela suppose qu'il rassemble plusieurs entreprises sur la même thématique et que ces entreprises font dès lors plus ou moins face au même risque d'échec. Donc, les IRT apparaissent comme une structure permettant aux entreprises de partager les risques ; ce qui pourrait accroître l'occurrence de l'innovation.

2.2.2.2 IRT et diffusion et valorisation des technologies

Au-delà des appuis techniques, commerciaux, financiers, sociaux que les IRT apportent aux entreprises, ces derniers rassemblent des acteurs publics et privés dans le même espace, travaillant ensemble sur les mêmes projets. A la différence des projets de R&D collaboratifs traditionnels dans lesquels les parties prenantes réalisent chacune une tâche précise en fonction de leurs compétences et se retrouvent occasionnellement pour rendre compte de l'état d'avancement du projet, les IRT possèdent les équipements sophistiqués très coûteux, financés notamment par les membres fondateurs. Ces derniers mettent à la disposition des IRT, une partie de leur personnel de R&D afin d'exploiter de manière efficace ces équipements. Les chercheurs publics et les chercheurs privés se retrouvent donc à travailler au même endroit, "main dans la main", communiquant en face à face. Cette co-localisation entraîne plus d'échanges entre les chercheurs favorisant ainsi la diffusion des connaissances scientifiques et des compétences. Par ailleurs, les IRT ont fait le choix de mettre en place des plateformes technologiques, qui permettent d'identifier les domaines qui peuvent utiliser les technologies développées au sein des IRT, de repérer les technologies génériques qui peuvent être utilisées par le plus grand nombre ([Nanoelec, 2014](#)). Cette valorisation a donc pour ambition de lever le paradoxe européen et français, c'est-à-dire la difficulté de passer de la recherche fondamentale à la commercialisation de l'innovation.

2.2.2.3 IRT et formation-emploi

L'un des axes sur lesquels reposent les Instituts de Recherche Technologique est la formation des jeunes chercheurs, ingénieurs et même du personnel. Les IRT ont mis en place des programmes de formation en support des programmes techniques, adaptés aux besoins des acteurs et aux enjeux de demain ([ANR², 2010](#)). Concrètement, il s'agit d'attirer les jeunes vers les métiers de demain, de former les effectifs croissants en élevant leur niveau de qualification sur les nouvelles technologies, de les préparer

2. Agence Nationale de la Recherche, document relatif à l'appel à projets IRT, édition 2010

à entrepreneuriat, de mettre en place des pédagogies innovantes permettant aux étudiants d'être plus performants à la sortie de leur formation, tout en élargissant le spectre de compétences et enfin d'assurer l'insertion et l'adaptabilité professionnelles (Nanoelec, 2014). L'avantage de ces programmes est qu'ils permettent aux jeunes d'accéder aux ressources rares, de travailler sur les plateformes techniques, aux côtés des chercheurs chevronnés, dans les projets concrets dans un esprit de collaboration. Compte tenu de cela, on peut s'attendre à un fort taux d'insertion des jeunes diplômés, à un niveau d'emploi élevé, à un niveau supérieur des compétences des jeunes formés, à un taux important de création des start-ups.

2.2.2.4 IRT et territoire

L'un des fondements des IRT trouve son origine dans l'application du principe de territorialité. En effet, la dimension territoriale occupe une place importante dans la conception et la mise en place des Instituts de Recherche Technologique. Les territoires n'expriment pas les mêmes besoins en matière de recherche et d'innovation. En plus, ils n'hébergent pas les mêmes secteurs émergents ciblés par le programme et ne disposent pas du même dynamisme. Le choix de localisation est important à cet égard et repose sur les caractéristiques particulières des territoires. Ceci peut par exemple expliquer que les thématiques portées par les IRT soient différentes en fonction des territoires. Nous avons l'IRT Bioaster (à Lyon) qui porte sur la santé (spécificité du territoire lyonnais) alors que la thématique l'IRT Saint Exupéry (à Toulouse) s'inscrit dans la lignée de la spécificité du territoire Toulousain c'est-à-dire sur l'aéronautique, l'espace et les systèmes embarqués. Nous pouvons aussi citer l'IRT Nanoelec localisé dans Grenoble, berceau historique de la microélectronique ou encore l'IRT Railenium localisé à Valenciennes, réputée pour être la ville du ferroviaire. L'enjeu est donc de *"renforcer la compétitivité par la recherche industrielle dans des filières technologiques stratégiques et la structuration d'écosystèmes puissants et performants d'innovation et de croissance autour des meilleurs pôles de compétitivité"*³. Les Instituts de Recherche Technologique viennent donc renforcer l'écosystème formé par les pôles de compétitivité et d'autres structures préexistantes, dans le but de stimuler le développement et l'attractivité du territoire. Compte tenu de ces spécificités territoriales, il est fort probable que ces territoires ne connaissent pas les mêmes niveaux de performance.

Par ailleurs, l'une des caractéristiques du PIA est la concentration des moyens sur un lieu géographique. Cette présence physique se traduit par la création des nouvelles opportunités, par la mise en relation des acteurs et donc par le développement des réseaux de collaboration (Levet et Mathieu, 2010). Ainsi, les IRT viennent contribuer au développement des relations aussi bien à l'intérieur de l'écosystème qu'à l'extérieur. Toutefois,

3. Source : Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche

comme nous l'avons montré dans les défaillances du marché dans le domaine de l'innovation, la concentration des activités au même endroit est susceptible de générer les économies d'agglomération. Compte tenu de ces problèmes d'externalité, l'enjeu est de déterminer la taille critique des activités qui garantit un investissement optimal de R&D.

2.2.2.5 Les actions de l'IRT Nanoelec en faveur des PME

L'IRT Nanoelec a conçu le programme de diffusion de technologie appelé "Easytech" destiné uniquement aux PME. Piloté par le pôle Minalogic, ce programme propose 3 offres d'accompagnement : **Les expertises** : Dans cette offre, il s'agit concrètement de rédiger ou de valider le cahier de charges sur la base des bons choix techniques, préalable à une collaboration de type R&D. L'idée sous-jacente est de sécuriser au maximum le projet en amont d'un développement. Cet accompagnement dure environ 1 mois pour un montant moyen de 12 kilos euros. C'est le type d'accompagnement a priori le moins impactant pour l'entreprise. **Les séances de créativité ou projets INP** : Dans cette offre, l'équipe de l'IRT explore les pistes de diversification en relation avec les objectifs et les ambitions de l'entreprise. Après avoir défini le projet innovant de l'entreprise, l'équipe présente les acteurs les plus pertinents ; et si besoin, elle propose d'orienter l'entreprise vers d'autres réseaux. Le but de cette offre est de trouver des nouvelles idées de produits, des idées de diversification afin de retrouver un avantage concurrentiel par rapport à des concurrents. L'équipe est constituée essentiellement par les étudiants ingénieurs qui sont affectés à une entreprise dans le cadre d'un stage pour, par exemple, déboucher sur une preuve de concept. Cet accompagnement personnalisé connu sous le nom de "INP R&D", peut prendre environ 6 mois pour un montant de 35 kilos euros. **Une offre de réalisation ou projets R&D CEA** : il s'agit de contrats de R&D significatifs, entre l'entreprise et un laboratoire du CEA, d'une durée moyenne d'environ an, d'un montant moyen de 150 kilos euros. C'est le type de projet qui devrait a priori être le plus impactant pour l'entreprise. Les équipes de l'IRT utilisent des technologies développées dans les laboratoires ou des compétences spécifiques, afin de réaliser une preuve de concept en prenant en compte le métier et le savoir-faire de l'entreprise. Ces équipes suivent les différentes étapes du projet de l'entreprise afin de parcourir le chemin jusqu'à la réalisation du démonstrateur. Cette offre d'accompagnement est connue sous le nom de « CEA R&D ».

2.3 La stratégie économétrique d'évaluation

L'objectif de cette étude empirique consiste à évaluer l'effet causal de l'IRT sur les variables financières et sur les variables d'emploi relatives aux petites et moyennes entreprises (PMEs). Sans perte de généralité, on suppose que la participation à l'IRT est

le traitement ; les entreprises ayant participé aux actions de l'IRT, les unités traitées ; les entreprises n'ayant pas participé, les unités non-traitées et les variables potentiellement affectées par l'IRT, les variables de résultat. Cette étude s'appuie sur une approche de différence-en-différence appariée avec des effets individuels afin de comparer les unités traitées et non-traitées et d'évaluer les changements de résultats avant et après la participation à l'IRT. Le choix du modèle de différence-en-différence avec effets individuels se justifie par le fait que les entreprises traitées sont entrées dans l'IRT à des dates différentes et en sont sorties à des dates différentes. Cela suppose que les entreprises bénéficiaires n'ont pas eu la même durée de traitement. Par ailleurs, les entreprises n'ont pas bénéficié du même type de traitement car il en existe plusieurs, ce qui signifie que le traitement n'est pas homogène. Cette spécificité correspond à ce que la littérature de l'évaluation appelle "*effet de traitement multiple à différentes périodes de temps*". Par conséquent, appliquer une approche standard de différence-en-différence qui consisterait à observer les résultats des groupes d'unités traitées et non-traitées en deux périodes (avant et après le traitement) n'est ni adaptable ni efficace dans notre cas d'espèce. C'est ainsi que nous avons mobilisé des données de panel qui permettront de prendre en compte les spécificités du traitement mentionnées ci-dessus. L'intérêt des données de panel est en outre d'intégrer les effets individuels au modèle de différence-en-différence afin de prendre en compte cette spécificité. Étant donné que les unités traitées et non-traitées n'ont pas été sélectionnées de manière aléatoire parce que l'évaluation est ex-post, il est fort probable que la comparaison directe entre les résultats du groupe des traités et de celui des non-traités soit entachée d'un biais de sélection. Dans notre échantillon total, nous constatons en analysant le tableau 2.6, qu'il existe une forte hétérogénéité entre les entreprises traitées et les entreprises non-traitées. C'est la raison pour laquelle la constitution d'un groupe de contrôle valide est primordiale afin de réduire les problèmes de biais de sélection. Par conséquent, l'approche en différence-en-différence avec effets individuels a été combinée avec l'appariement par score de propension du plus proche voisin. L'appariement par score de propension permet d'assurer que la distribution des caractéristiques observables soit identique dans les deux groupes (unités traitées et non-traitées). Le modèle de différence-en-différence apparié avec effets individuels prend en compte des facteurs invariants dans le temps, tels que les caractéristiques fixes individuelles et les effets de tendance et permet donc aux variables observables et non observables dans le temps d'influencer les variables de résultat (Bellucci et al., 2018 ; Khandker et al., 2010). Par ailleurs, il permet de contrôler pour les effets fixes annuels qui sont susceptibles d'influencer les résultats même en l'absence du traitement. Formellement, le modèle est spécifié de la façon suivante :

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 IRT_{it} + c_i + \theta_t + \varepsilon_{it} \quad (2.1)$$

où i représente l'individu statistique et t l'année. Dans notre étude, les individus statistiques sont les entreprises qui sont observées sur la période (2008 - 2016). Le paramètre θ_t représente une variable indicatrice permettant de prendre en considération les effets fixes annuels notamment les effets de la crise financière, qui peuvent avoir une influence sur les performances des entreprises. Cette spécification inclut aussi l'effet individuel c_i contrôlant ainsi pour toutes les caractéristiques inobservables au sein de l'entreprise qui ne changent pas avec le temps mais qui peuvent être corrélées à la participation à l'IRT. L'introduction de ce paramètre est très utile car il permet de traiter partiellement les problèmes d'auto-sélection et d'endogénéité. Les raisons de participer ou non à l'IRT pourraient être corrélées à la performance des entreprises et donc influencer la performance des entreprises. Par conséquent, il importe de les séparer de l'effet de l'IRT. Dans cette composante, on pourrait facilement trouver les stratégies de l'entreprise, l'intelligence des dirigeants, le mode d'organisation de l'entreprise, etc. On fait donc l'hypothèse que ces variables inobservables sont stables dans le temps et spécifiques à chaque entreprise. IRT_{it} : indique la variable de traitement qui prend la valeur 1 pour chaque année de traitement et post-traitement de l'entreprise i ayant participé aux actions de l'IRT et 0 sinon. β_1 : est notre paramètre d'intérêt, il mesure l'effet moyen permanent de l'IRT sur les indicateurs de performance des entreprises. Y_{it} : Les variables de résultat de l'entreprise i au temps t . ε_{it} : une perturbation aléatoire.

La procédure d'estimation est effectuée en deux étapes : La première étape a consisté à estimer le score de propension sur la base des caractéristiques observables des entreprises en l'année de référence. Étant donné que le traitement a commencé en 2012, nous avons choisi 2011 comme année de référence. Ce choix est guidé par la littérature de l'évaluation. Dans la deuxième étape, nous avons tout simplement estimé l'équation (1) grâce à l'estimateur à effets fixes afin d'identifier l'impact moyen de l'IRT sur les variables financières et d'emploi des petites et moyennes entreprises (PMEs).

2.4 Données et variables de résultat

2.4.1 Données

Ce travail empirique utilise les données de panel observées sur la période 2008 - 2016 pour les variables financières et 2008 - 2015 pour les variables d'emploi. Le choix de ces périodes d'étude est justifié par la disponibilité des données. Notre étude d'im-

Le pact est fondée sur une base de données originale provenant de plusieurs sources de données. Les données relatives aux entreprises bénéficiaires sont collectées par l'IRT Nanoelec et complétées par EuroLIO⁴. Elles contiennent essentiellement les informations sur la raison sociale, l'identifiant (siren, siret), le code postal, le secteur d'activité, le nombre de projets réalisés par entreprise, l'année de début et de fin du projet, le montant payé par projet et par entreprise, etc. Les données financières et comptables relatives aux entreprises bénéficiaires et non-bénéficiaires sont issues par la base DIANE. Il s'agit d'une base de données produite par Bureau van Dijk qui recueille des informations générales, financières et boursières sur les entreprises françaises. L'étude mobilise également les données DADS de l'INSEE. Ce fichier contient les informations sur l'emploi (Nombre total de salariés, nombre de cadres, les informations sur l'employeur, etc.). Nous avons aussi exploité la base GECIR. Produite par la Direction Générale des Finances Publiques (DGFIP), cette base reporte les informations sur les montants du Crédit Impôt Recherche (CIR). La base finale des entreprises bénéficiaires contient 170 observations correspondant aux différents projets réalisés par l'IRT Nanoelec dans le cadre du programme "Easytech". Étant donné que cette étude s'intéresse aux projets terminés, nous avons supprimé tous les projets qui ne sont pas encore achevés (en 2018), ce qui a conduit à obtenir une base de 161 projets réalisés par 117 entreprises. Plus précisément, ce sont des projets débutés et achevés entre 2012 et 2017.

Les tableaux 2.1 et 2.2 donnent la répartition des entreprises et projets achevés entre 2012 et 2017. Le tableau 2.1 présente la répartition des projets réalisés au sein de l'IRT au cours de la période 2012-2017. Au total, 161 projets ont commencé et se sont achevés entre 2012 et 2017. On constate qu'au début du programme en 2012, seuls 5 projets sont entamés et par la suite, le dispositif est monté en puissance en 2013 et s'est stabilisé autour d'une quarantaine de projets par an. La baisse observée en 2016 est due au fait que plusieurs projets lancés en 2016 ne sont pas encore terminés. Les données relatives à l'année 2017 sont partielles. Sur les 161 projets, 93 ont débuté et ont été achevés la même année et 65 ont été achevés l'année suivant leur lancement. Seuls trois projets ont duré davantage (entre 2 et 4 ans). Cela laisse penser que les effets de ce dispositif pourraient être observables à court et moyen terme, étant entendu que les projets de R&D réalisés sont à l'état de la recherche appliquée. Le tableau 2.2 présente la répartition des entreprises bénéficiaires des services de R&D de l'IRT au cours de la période 2012-2017, en comptabilisant une seule fois les entreprises qui ont bénéficié à plusieurs reprises des services de l'IRT. En d'autres termes, c'est le nombre d'entreprises distinctes bénéficiaires de l'IRT. La lecture de ce tableau indique que sur les 117 entreprises bénéficiaires, plus de la moitié est entrée dans le dispositif avant 2016. L'année 2015 est celle qui compte le plus grand nombre de nouveaux entrants. La majorité des entreprises n'a bénéficié qu'une seule fois des services de l'IRT (84 sur les 117), mais

4. Observatoire Européen des Données Localisées de l'Innovation

certaines en ont bénéficié 3 voire 4 fois (cf. *tableau 2.3*).

Vu que la dernière année d'observation de la base DIANE est 2016, nous avons décidé de sélectionner dans notre base seulement les projets qui ont commencé et se sont terminés entre 2012 et 2015 dans le but d'avoir un recul temporel pour l'évaluation. Cela nous a conduit à 46 entreprises ayant réalisé 62 projets (voir les *tableaux 2.4* et *2.5*). Par ailleurs, toutes les entreprises qui ne sont pas des TPEs ou PME ont été supprimées puisque ce travail empirique se focalise sur ces catégories. Cela a donc abouti à un échantillon final de 30 entreprises bénéficiaires.

TABLE 2.1 – Répartition des projets débutés et terminés entre 2012 et 2017

Fin \ Début	2012	2013	2014	2015	2016	2017*	Total
2012	1						1
2013	3	14					17
2014	1	14	30				45
2015	0	0	13	24			37
2016	0	0	2	20	21		43
2017	0	1	0	0	14	3	18
Total	5	29	45	44	35	3	161

*Données partielles pour l'année 2017 au moment de la réalisation de l'étude

TABLE 2.2 – Répartition des entreprises en fonction de leur année d'entrée et de sortie de l'IRT (une seule entrée et une seule sortie)

Fin \ Début	2012	2013	2014	2015	2016	2017*	Total
2012	1						1
2013	3	13					16
2014	1	11	13				25
2015	0	0	9	20			29
2016	0	0	2	12	18		32
2017	0	1	0	0	10	3	14
Total	5	25	24	32	28	3	117

*Données partielles pour l'année 2017 au moment de la réalisation de l'étude

TABLE 2.3 – Nombre de participation des entreprises

Nombre de projets	1	2	3	4
Nombre d'entreprises	84	23	9	1

TABLE 2.4 – Répartition des projets débutés et terminés entre 2012 et 2015

Année d'entrée \ Année de sortie	2012	2013	2014	2015	Total
2012	1				1
2013	3	12			15
2014	1	7	18		26
2015			9	11	20
Total	5	19	27	11	62

TABLE 2.5 – Répartition des entreprises en fonction de leur année d'entrée et sortie de l'IRT

Année d'entrée \ Année de sortie	2012	2013	2014	2015	Total
2012	0				0
2013	3	8			11
2014	2	6	9		17
2015		1	8	9	18
Total	5	15	17	9	46

2.4.2 Variables de résultat

Contrairement à la plupart des études empiriques (voir [Zuniga-Vicente, Alonso-Borrego, Forcadell, et Galan 2014](#), [Chai et Shih 2016](#), [Ben Hassine et Mathieu 2017](#), [Bellucci et al. 2018](#), [Kapetanidou et Lee](#), etc.) qui se focalisent sur les variables d'innovation (dépenses de R&D, effectif de R&D, publications, brevets, etc.) lorsque l'analyse se fait dans un horizon de court et moyen terme, nous nous concentrons sur les variables socio-économiques des PME. Le choix des variables de long terme alors que l'analyse se fait à court et moyen terme s'explique par le fait que les plateformes ont pour vocation d'accélérer le transfert de l'innovation dans les entreprises et par voie de conséquence de réduire le temps de passage de la R&D à la production industrielle et de la production aux performances économiques des entreprises.

Les variables de résultat sont de deux catégories : les variables financières (*chiffre d'affaires net, capitaux propres et autonomie financière*) et les variables d'emploi (*emploi total, nombre de cadres et part des cadres*). Le *chiffre d'affaires* est la somme des ventes de biens ou de services d'une entreprise sur un exercice comptable. Il donne une indication sur le niveau de l'activité et permet des comparaisons et analyses dans le temps et dans l'espace. En tant que ressources financières que possède l'entreprise (hors dette), les *capitaux propres* constituent un indicateur intéressant. Leur évolution permet notamment de rendre compte du développement de l'entreprise, mais aussi de sa santé financière dans la mesure où posséder des capitaux propres élevés limite le risque de faillite. L'*autonomie financière* est un indicateur qui détermine le niveau de dépendance d'une

entreprise vis-à-vis des financements extérieurs, notamment les emprunts bancaires. Il permet également d'apprécier la capacité d'endettement. Il est mesuré par le ratio entre les fonds propres et les dettes financières à long terme. Plus ce ratio est élevé, plus une entreprise est indépendante de ses prêteurs. Le *nombre total de salariés* d'une entreprise est un indicateur quantitatif intéressant qui permet de voir si l'IRT a un effet direct sur le nombre de personnes embauchées. Le *nombre de cadres* est un indicateur qui permet de prendre en compte la qualité de l'emploi tandis que la *part des cadres* vise à appréhender le changement de la structure de l'emploi.

2.5 Résultats

Cette section présente les résultats de l'analyse des effets de la plateforme technologique encadrée par l'IRT Nanoelec sur les PME, en y incluant les résultats d'appariement, les résultats de la méthode de différence-en-différence et les tests de robustesse afin de corroborer les résultats obtenus.

2.5.1 Appariement

La constitution de l'échantillon des entreprises contrefactuelles se fait généralement à l'aide des méthodes d'appariement. Dans la littérature de l'évaluation, il existe plusieurs méthodes d'appariement (l'appariement par le plus proche voisin, l'appariement par stratification, l'appariement exact, l'appariement optimal, etc.). Étant donné la faible taille

de l'échantillon des entreprises traitées (30 entreprises), il a paru essentiel de choisir une méthode d'appariement susceptible de sélectionner les entreprises contrefactuelles tout en conservant l'ensemble des entreprises traitées. Par conséquent, le choix s'est porté sur l'appariement par le plus proche voisin dans la mesure où cette méthode arrive à trouver, pour chacune des entreprises traitées, sur la base d'une distance estimée, les entreprises non-traitées similaires. Tout comme les autres méthodes d'appariement, l'appariement par le plus proche voisin est mis en œuvre en deux étapes. La première étape consiste à calculer, pour chaque entreprise, le score de propension qui est définie comme la probabilité qu'une entreprise, au regard de ses caractéristiques, participe à l'IRT indépendamment du fait qu'elle participe ou non. Le score de propension est une valeur quantitative qui résume les caractéristiques initiales des entreprises et sa liaison à l'indication du traitement pour constituer a posteriori des groupes d'entreprises comparables qui ne diffèrent que par le traitement. Plus précisément, il s'agit d'estimer un modèle statistique (modèle Probit, logit ou Tobit) pour l'échantillon entier (entreprises traitées et entreprises non-traitées) qui fournit une estimation de la propension à participer ou de la probabilité de participer de chaque unité, indépendamment du fait qu'elle

participe ou non à un traitement. C'est une méthode a été développée par [Rosenbaum et Rubin \(1983\)](#) dans le but d'estimer l'effet d'un traitement, dans le cadre d'une étude comparative non randomisée en tenant compte des caractéristiques initiales non équilibrées. Dans le cadre de cette étude, les caractéristiques pré-traitement ayant servi à estimer le score de propension sont : *la taille de l'entreprise* approximée par le chiffre d'affaires et l'effectif total, *l'âge*, *le secteur d'activité*, *la localisation géographique* (département), *la part des cadres* et *l'autonomie financière*. En d'autres termes, il s'agit d'estimer pour toute entreprise bénéficiaire ou non, la probabilité qu'elle participe à l'IRT, compte tenu de *sa taille, de son âge, de son secteur, de sa localisation, de sa part des cadres et son autonomie financière*. Le choix de ces variables a été guidé par la littérature de l'évaluation d'impact des politiques d'innovation.

Une fois le score de propension calculé en fonction des caractéristiques pré-traitement, la deuxième étape consiste à appairer chaque entreprise traitée avec une ou plusieurs entreprises destinées au groupe témoin, en fonction du score de propension. Dans la mise en application de l'appariement par le plus proche voisin, il est fortement recommandé de sélectionner plus d'une unité de contrôle. Dans cette étude, nous avons choisi de sélectionner pour chaque entreprise traitée, 5 meilleures entreprises de contrôle ; ce qui fait un échantillon total de 180 entreprises (30 entreprises traitées et 150 entreprises de contrôle). Ces entreprises de contrôle ont été sélectionnées dans notre base totale des entreprises potentiellement contrefactuelles constituée de 2306 entreprises. Cette base est constituée en : *i*) fusionnant les bases de données DIANE, DADS et GECIR ; *ii*) sélectionnant toutes les entreprises qui appartiennent aux mêmes secteurs que ceux des entreprises traitées ; *iii*) sélectionnant les entreprises de taille TPE et PME et *iv*) supprimant toutes les entreprises faisant partie du pôle de compétitivité Minalogic⁵.

La qualité de l'appariement a été évaluée grâce au test d'équilibrage ("balancing tests"), qui consiste à comparer en termes de caractéristiques et de performance, les entreprises IRT (traitées) aux entreprises hors IRT (de contrôle) avant et après l'appariement.

Le tableau 2.6 présente les résultats de comparaison entre les entreprises IRT et les entreprises hors IRT, avant l'appariement. L'analyse de ce tableau indique que les différences des valeurs moyennes entre les entreprises IRT et les entreprises hors IRT sont élevées et statistiquement significatives pour la quasi-totalité des caractéristiques. Toutefois, il semblerait que ces deux groupes soient significativement identiques en terme d'âge. En ce qui concerne les variables de résultat, le groupe d'entreprises IRT et le groupe d'entreprises hors IRT sont significativement différents en termes de chiffre d'affaires, d'autonomie financière et d'emploi total. Toutefois, ces deux groupes sont significativement identiques au regard des capitaux propres, de la part des cadres et du nombre de cadres. En somme, le groupe d'entreprises hors IRT (2306 entreprises) semblent ne pas constituer un groupe de contrôle valide, en raison des fortes différences significatives

5. Minalogic est le pôle de compétitivité mondial des Technologies du Numérique en Auvergne-Rhône-Alpes

qui existent entre le groupe d'entreprises IRT et le groupe d'entreprises hors IRT. Cela justifie le recours à une méthode d'appariement. Le tableau 2.7 présente les résultats de comparaison entre les entreprises IRT et les entreprises hors IRT, après l'appariement. On constate que les différences de valeurs des variables du groupe traité et du groupe de contrôle ont fortement diminué, après l'appariement. Les tests de différence des moyennes/proportions montrent que les deux groupes (traités et contrôles) sont significativement identiques, au regard de l'ensemble des caractéristiques et des variables de résultat. Ces résultats laissent penser que la qualité de l'appariement est bonne. Par conséquent, on peut dire que l'appariement par le plus proche voisin a permis de constituer un groupe valide de 150 entreprises contrefactuelles. Par ailleurs, on observe que l'appariement a permis d'équilibrer les valeurs des variables de non-appariement telles que la part des entreprises bénéficiant du CIR, le montant du CIR, les capitaux propres, etc.

TABLE 2.6 — Comparaison moyenne entre les entreprises IRT et les entreprises hors IRT avant l'appariement

	Entreprise IRT	Entreprises hors IRT	
Caractéristiques	Moyenne ou proportions	Moyenne ou proportions	Test de différence
Chiffre d'affaires	5 088 879	2 428 420	2 660 459*
Capitaux propres	2 404 542	1 174 493	1 230 049
Autonomie financière	40,02	17,16	22,86***
Emploi total	46,78	18,5	25,79**
Nombre de cadres	11,35	4,22	7,13
Part de cadres	0,19	0,14	0,05
Part Firms CIR	0,6	0,11	0,49***
Crédit Impôt Recherche	397 549	59 255	338 294*
Age	22,3	21,32	0,98
Typologie			
TPE	0,17	0,6	-0,43***
PME	0,83	0,4	0,43***
Localisation			
Isère	0,5	0,11	0,39***
Hors-Isère	0,5	0,89	-0,39***
Auvergne-Rhône-Alpes	0,8	0,48	0,32***
Hors-Auvergne-Rhône-Alpes	0,2	0,52	-0,32***
Secteurs d'activité			
Secteurs les plus fréquents	0,83	0,62	0,21***
Secteurs les moins fréquents	0,17	0,38	-0,21***
Nombre d'entreprises	30	2306	Total = 2336

Notes : Les signes ***, ** et * correspondent respectivement aux coefficients statistiquement significatifs au niveau 1%, 5% et 10%.

TABLE 2.7 – Comparaison moyenne entre les entreprises IRT et les entreprises de contrôle après l'appariement

	Entreprise IRT	Entreprises Hors-IRT	
Caractéristiques	Moyenne ou proportions	Moyenne ou proportions	Test de différence
Chiffre d'affaires	5 088 879	6 023 587	-934 708
Capitaux propres	2 404 542	2 234 076	170 466
Autonomie financière	40,02	37,71	2,31
Emploi total	46,78	40,15	6,63
Nombre de cadres	11,35	7,035	4,315
Part de cadres	0,19	0,16	0,03
Part Firmes CIR	0,6	0,52	0,08
Crédit Impôt Recherche	397 549	120 933	276 616
Age	22,3	22,46	-0,16
Typologie			
TPE	0,17	0,17	0
PME	0,83	0,83	0
Localisation			
Isère	0,5	0,43	0,07
Hors-Isère	0,5	0,57	-0,07
Auvergne-Rhône-Alpes	0,8	0,73	0,07
Hors-Auvergne-Rhône-Alpes	0,2	0,27	-0,07
Secteurs d'activité			
Secteurs les plus fréquents	0,83	0,93	-0,01
Secteurs les moins fréquents	0,17	0,07	0,01
Nombre d'entreprises	30	150	Total = 180

Notes : Les signes ***, ** et * correspondent respectivement aux coefficients statistiquement significatifs au niveau 1%, 5% et 10%.

2.5.2 Impact moyen de l'IRT sur les performances des PME

Les résultats de l'évaluation d'impact de l'IRT sont regroupés dans le tableau 2.8. Pour chaque indicateur de performance, nous présentons les effets moyens permanents, le nombre d'observations, le nombre d'entreprises bénéficiaires, le nombre d'entreprises contrefactuelles et la période d'étude. Dans l'ensemble, l'analyse des résultats indique que l'IRT Nanoelec a eu des effets positifs sur une seule variable financière et aucun effet sur les variables d'emploi des entreprises bénéficiaires.

En ce qui concerne les variables financières, les résultats d'estimation montrent que l'IRT a eu un effet positif et significatif sur les capitaux propres. Plus précisément, les entreprises qui ont eu recours aux services de R&D de l'IRT ont vu leurs capitaux propres augmenter de manière significative, de 623 349 euros comparativement aux entreprises non-bénéficiaires mais statistiquement semblables aux entreprises bénéficiaires. Par ailleurs, on observe un effet certes non-significatif mais positif sur l'autonomie financière des entreprises bénéficiaires comparativement aux entreprises de contrôle. En revanche, l'IRT a eu un effet négatif non-significatif sur le chiffre d'affaires. Un effet négatif et significatif sur le chiffre d'affaire a été aussi trouvé dans l'étude d'évaluation des programmes de

recherche science-industrie de [Bellucci et al. \(2018\)](#). A ce sujet, aucune explication théorique n'a été avancée pour justifier cet effet négatif.

A propos des variables d'emploi, les résultats d'évaluation semblent indiquer que l'IRT n'a eu aucun effet significatif sur ces variables. Par ailleurs, on peut remarquer que ces effets non-significatifs sont tous négatifs quelle que soit la variable d'emploi retenue. Il est à noter que la difficulté d'identifier des effets significatifs sur les variables d'emploi pourrait s'expliquer par l'insuffisance du recul temporel dans cette étude. Si la négativité des effets sur les variables d'emploi venait à se confirmer avec plus de recul temporel, cela pourrait s'expliquer par le fait que l'accès à la main d'œuvre qualifiée de l'IRT par les entreprises traitées n'incite pas ces dernières à embaucher les personnes qualifiées, comparativement aux entreprises non-traitées qui n'y ont pas accès. Au-delà du problème du recul temporel, il est possible que ces effets cachent une certaine hétérogénéité dans la mesure où non seulement, les entreprises n'ont pas eu la même durée de traitement mais aussi elles n'ont pas bénéficié du même type de traitement. Par conséquent, il serait intéressant d'analyser l'hétérogénéité afin de mieux cerner le sens des effets estimés. C'est ce que l'on propose d'explorer dans les sections suivantes.

TABLE 2.8 – L'effet de l'IRT sur les performances des PME - Résumé des résultats de l'évaluation d'impact

Variables de résultat		Variables de résultat	
Variables financières	Effets estimés	Variables d'emploi	Effets estimés
Chiffre d'affaires		Emploi total	
	-563 406		-1,487
<i>Effet moyen permanent</i>	(388 229)	<i>Effet moyen permanent</i>	(2,141)
<i>Nombre d'observations</i>	1586	<i>Nombre d'observations</i>	1104
Capitaux propres		Nombre de cadres	
	623 349*		-0,678
<i>Effet moyen permanent</i>	(328 626)	<i>Effet moyen permanent</i>	(0,676)
<i>Nombre d'observations</i>	1587	<i>Nombre d'observations</i>	1104
Autonomie financière		Part des cadres	
	1,137		-0,001
<i>Effet moyen permanent</i>	(1,937)	<i>Effet moyen permanent</i>	(0,013)
<i>Nombre d'observations</i>	1585	<i>Nombre d'observations</i>	1104
Période d'étude	2008 - 2016		2008 - 2015
Nombre de firmes traitées/ de contrôle	30/150		23/115

Notes : Les signes ***, ** et * correspondent respectivement aux coefficients statistiquement significatifs au niveau 1%, 5% et 10%. Les erreurs-types entre parenthèses sont robustes à la fois à l'hétéroscédasticité et à l'autocorrelation.

2.5.3 Hétérogénéité dans l'intensité de traitement : Relation entre durée de traitement et effets de l'IRT

La durée de participation à l'IRT n'est pas identique pour toutes les entreprises dans la mesure où elle varie en fonction du nombre de projets. Par ailleurs, chaque projet ne présente pas les mêmes types et degrés de difficulté. Par conséquent, la réalisation de chaque projet de R&D ne prend pas la même durée. Dans ce contexte, on peut penser que les entreprises ayant les durées de traitement différentes pourraient connaître les évolutions de performance différentes dans la mesure où plus une entreprise dure dans le dispositif IRT, plus elle pourra bénéficier des externalités de connaissance. Ainsi, l'effet moyen du traitement estimé précédemment peut ne pas tenir compte d'une éventuelle hétérogénéité de la durée de participation à l'IRT.

Pour déterminer si certaines entreprises ont bénéficié plus que d'autres de la recherche collaborative encadrée par l'IRT, nous avons estimé l'effet du traitement en distinguant différents sous-groupes d'entreprises. Trois sous-groupes ont été constitués en fonction de la durée de traitement. Le premier sous-groupe est formé d'entreprises avec une durée d'un an de traitement, tandis que le deuxième sous-groupe comprend les entreprises avec deux années de traitement. Quant au troisième groupe, il s'agit des entreprises ayant une durée de traitement égale à 3 années. Un inconvénient général de cette approche de sous-groupe est que chaque sous-groupe comprend très peu d'observations, ce qui peut empêcher de généraliser les résultats (Bellucci et al., 2018). Dans notre cas, le fait d'utiliser les données de panel augmente le nombre d'observations. Cette approche nous permet de savoir s'il y a une relation entre l'intensité du traitement mesurée par la durée du traitement, et l'effet du traitement.

Pour comprendre le rôle joué par la durée de participation, l'analyse doit se faire par sous-groupe. La question de recherche consiste à déterminer si les entreprises ayant une durée de participation plus longue bénéficient plus des effets du traitement que celles qui en ont une plus courte.

Les résultats de cette analyse sont résumés dans le tableau 2.9.

2.5.3.1 Analyse d'impact sur les variables financières

L'analyse des effets du traitement sur les entreprises restées une année dans le dispositif (voir colonne 1 du *tableau 2.9*) montre que le programme n'a eu aucun effet significatif sur cette catégorie d'entreprises et ce, quelle que soit la variable financière retenue. Quant aux entreprises ayant deux années de participation (voir colonne 2 du *tableau 2.9*), les résultats indiquent que le programme a eu un effet positif et significatif sur les capitaux propres. Plus précisément, l'IRT a eu un effet additionnel de 916 195 euros

sur les capitaux propres des entreprises qui sont restées dans le dispositif IRT pendant deux années en comparaison aux entreprises hors IRT mais semblables aux entreprises bénéficiaires. Bien que non-significatifs, on note tout de même un effet positif sur l'autonomie financière. En ce qui concerne les entreprises ayant bénéficié de trois années de participation dans le dispositif (voir colonne 3 du *tableau 2.9*), on observe les effets additionnels et significatifs sur deux variables financières : le chiffre d'affaires net (495 552 euros) et l'autonomie financière (9,82). En d'autres termes, les résultats tendent à dire que les entreprises qui sont restées environ 3 années consécutives dans l'IRT Nanoelec ont amélioré de façon significative leur chiffre d'affaire et leur autonomie financière, respectivement de 495 552 euros et de 9,82 comparativement aux entreprises non-traitées mais identiques aux entreprises traitées. A la lumière des résultats obtenus, force est de constater que les effets additionnels se focalisent sur les entreprises qui sont restées 2 ou 3 années dans le dispositif IRT. Cela nous amène à penser que la durée de participation pourrait jouer un rôle important dans l'efficacité de l'IRT Nanoelec dans la mesure où plus une entreprise reste longtemps dans le dispositif, plus elle a des chances de bénéficier d'avance des externalités de connaissance et par voie de conséquence, d'améliorer ses performances. Toutefois, ces résultats doivent être pris avec précaution en raison de la faible taille des sous-groupes d'entreprises. Ce travail est encore à un stade exploratoire ; par conséquent il serait intéressant de poursuivre cette analyse avec un échantillon de grande taille afin de vérifier la stabilité des résultats.

2.5.3.2 Analyse d'impact sur les variables d'emploi

L'analyse des effets du traitement sur les entreprises restées une année dans le dispositif IRT (voir colonne 1 du *tableau 2.9*) montre que le programme n'a eu aucun effet significatif sur cette catégorie d'entreprises et ce, quelle que soit la variable étudiée. On peut observer sur cette catégorie d'entreprises, des effets négatifs non-significatifs sur toutes les variables d'emploi. Quant aux entreprises ayant deux années de participation (voir colonne 2 du *tableau 2.9*), on observe les résultats similaires. Les résultats sont légèrement différents lorsque l'analyse porte sur les entreprises ayant trois années de participation (voir colonne 3 du *tableau 2.9*). En effet, on n'observe aucun effet significatif sur les variables d'emploi. Contrairement aux 2 autres catégories d'entreprises, on note toute de même un effet positif non significatif sur la part des cadres. A la lumière des résultats obtenus, il est difficile de donner une interprétation. Néanmoins, la non-identification des effets significatifs pourrait s'expliquer par la faible taille de l'échantillon et le faible recul temporel.

TABLE 2.9 – Hétérogénéité dans l'effet de l'IRT : L'impact sur les groupes à différentes durées de participation

	(1) Groupe1 :1 an de participation	(2) Groupe2 : 2 ans de participation	(3) Groupe3 :3 ans de participation	(4) <i>Nombre d' observations</i>
Variables financières				
Chiffre d'affaires				1586
<i>Effet moyen permanent</i>	-280 834 (423 900)	-916 958 (639 241)	495 552* (280 107)	
Capitaux propres				1587
<i>Effet moyen permanent</i>	(280 107 (517 853)	916 194** (406 470)	-338 004 (196 005)	
Autonomie financière				1585
<i>Effet moyen permanent</i>	-0,093 (2,77)	1,095 (2,8)	9,82** (4,937)	
Nombre de firmes bénéficiaires	13/30	15/30	2/30	
Variables d'emploi				
Emploi total				1104
<i>Effet moyen permanent</i>	-1,474 (4,109)	-1,857 (2,31)	-0,084 (2,693)	
Nombre de cadres				1104
<i>Effet moyen permanent</i>	-1,117 (0,937)	-0,217 (1,176)	-0,774 (0,534)	
Part des cadres				1104
<i>Effet moyen permanent</i>	-0,001 (0,014)	-0,009 (0,024)	0,029 (0,022)	
Nombre de firmes bénéficiaires	11/23	10/23	2/23	

Notes : Les signes ***, ** et * correspondent respectivement aux coefficients statistiquement significatifs au niveau 1%, 5% et 10%. Les erreurs-types entre parenthèses sont robustes à la fois à l'hétéroscédasticité et à l'autocorrelation.

2.5.4 Hétérogénéité dans le type de traitement : Relation entre types de traitement et effets de l'IRT

Comme nous l'avons expliqué plus haut (*Voir* section 2.2.2.5), les entreprises ne bénéficient des mêmes types de traitement. Dans ce contexte, on peut s'attendre à ce que le traitement n'affecte pas de la même façon les entreprises selon qu'elles bénéficient d'une expertise, d'un projet INP R&D ou d'un contrat de collaboration avec un laboratoire du CEA. Les performances des entreprises peuvent varier selon le type d'aide. L'effet moyen du traitement peut ne pas tenir compte d'une éventuelle hétérogénéité des performances des entreprises entre les bénéficiaires à l'IRT.

Afin d'explorer si certaines entreprises ont bénéficié plus que d'autres de la recherche collaborative encadré par l'IRT, nous avons estimé l'effet du traitement en distinguant différents sous-groupes d'entreprises. Trois sous-groupes ont été constitués en fonction du type de traitement : Le premier sous-groupe est constitué d'entreprises qui ont uniquement bénéficié d'une expertise de la part de l'IRT. Le deuxième sous-groupe comprend l'ensemble des entreprises qui ont travaillé avec des étudiants dans le cadre du contrat l'INP R&D. Quant au troisième groupe, il s'agit des entreprises ayant signé un contrat de collaboration avec un laboratoire du CEA R&D. Nous avons fait face à des cas de figures où l'entreprise a bénéficié à la fois soit d'une expertise et d'un contrat INP R&D, soit expertise et d'un contrat CEA R&D. Dans le premier cas de figure, nous incluons l'entreprise dans le sous-groupe "INP R&D" dans la mesure où le contrat INP R&D est plus important financièrement qu'une simple expertise. Dans le deuxième cas de figure, nous incluons l'entreprise dans le groupe "CEA R&D", pour la même raison que le premier cas de figure. Les résultats d'estimation sont regroupés dans le tableau [2.10](#).

2.5.4.1 Analyse d'impact sur les variables financières

Les résultats d'évaluation indiquent que les entreprises qui ont bénéficié du type d'aide "Expertise" n'ont pas tiré avantage des retombées économiques du programme (voir colonne 1 du *tableau 2.10*). Pire encore, ces entreprises ont connu une baisse significative de leur chiffre d'affaires. Pour ce qui est des entreprises ayant eu recours au type d'aide "INP R&D", les analyses d'évaluation montrent que le programme n'a eu aucun effet significatif sur cette catégorie d'entreprises et ce, quelle que soit la variable retenue (voir colonne 2 du *tableau 2.10*). En revanche, les résultats semblent être plus intéressants pour les entreprises qui ont bénéficié du type de traitement "CEA R&D" en ce sens que l'IRT a eu des effets positifs et significatifs sur les capitaux propres (1 351 865 euros) et l'autonomie financière (5,436) (voir colonne 3 du *tableau 2.10*). Autrement dit, les entreprises qui ont collaboré avec un laboratoire du CEA, ont vu leurs capitaux propres ainsi que leur autonomie financière augmenter respectivement de 1 351 865 eu-

ros et 5,436 en comparaison aux entreprises de contrôle. Ces résultats semblent être cohérents car contrairement aux deux autres types d'aide, le type d'aide "CEA R&D" représente une véritable collaboration entre l'entreprise et les laboratoires du CEA avec l'objectif est de mobiliser les technologies et compétences déjà développées et disponibles dans l'IRT pour les incorporer dans les produits ou procédés afin de les rendre plus intelligents. L'impact de ce type d'action était le plus attendu. En revanche, les effets des types de traitement "expertise" et "INP R&D" étaient moins attendus. On est tenté de s'attendre à ce que l'impact de l'action "INP R&D" puisse être plus visible sur les variables d'emploi dans la mesure où ce traitement permet aux entreprises d'accéder à une main d'œuvre qualifiée et moins coûteuse, représentée par les étudiants ingénieurs.

2.5.4.2 Analyse d'impact sur les variables d'emploi

Les résultats d'évaluation indiquent que le dispositif IRT n'a eu aucun effet significatif pour les entreprises qui ont bénéficié du type d'aide "Expertise" (voir colonne 1 du [tableau 2.10](#)). Plus précisément, on note un effet positif non-significatif sur la part des cadres et un effet négatif non-significatif sur l'emploi total et le nombre de cadres. Pour les entreprises ayant eu recours au type d'aide "INP R&D", les analyses d'évaluation montrent que l'IRT n'a eu aucun effet significatif sur les variables d'emploi. Plus clairement, on observe un effet positif non-significatif sur l'emploi total et le nombre de cadres et un effet négatif non-significatif sur la part des cadres (voir colonne 2 du [tableau 2.10](#)). Quant aux entreprises qui ont bénéficié du type d'aide "CEA R&D", aucun effet significatif n'est identifié quelle que soit la variable retenue (voir colonne 3 du [tableau 2.10](#)). On observe dans cette catégorie d'entreprises, un effet positif non-significatif sur l'emploi total et la part des cadres et un effet négatif non-significatif sur le nombre de cadres. Au regard de ces résultats, il est difficile de leur donner une interprétation claire et d'en tirer des conclusions définitives. Toutefois, on est résolu à penser que l'absence des effets significatifs est due au faible recul temporel et à la faible taille des sous-groupes. Une explication possible peut résider dans une hétérogénéité plus grande des entreprises participant à l'IRT. Il serait intéressant d'explorer une hétérogénéité plus large en croisant la durée de traitement et le type de traitement. Bien que cette analyse augmenterait le nombre de sous-groupes et donc réduirait davantage la taille de l'échantillon, elle a tout de même, une implication importante dans la mesure où elle permettrait de savoir entre la durée de traitement et le type de traitement, celui qui semble jouer un rôle plus important dans l'efficacité de l'IRT. Cette analyse est explorée dans la sous-section suivante.

TABLE 2.10 – Hétérogénéité dans le traitement : Impact de chaque type de traitement

Types de traitement	(1) Traitement1 : "EXPERTISE"	(2) Traitement2 : "INP R&D"	(3) Traitement3 : "CEA R&D"	(4) Nombre d' observations
Variables financières				
Chiffre d'affaires				1586
<i>Effet moyen</i>	-1 055 127*	26 491	-725 560	
<i>permanent</i>	(553 509)	(304 827)	(778 777)	
Capitaux propres				1587
<i>Effet moyen</i>	-169 056	260 147	1 351 865**	
<i>permanent</i>	(346 268)	(360 414)	(600 034)	
Autonomie financière				1585
<i>Effet moyen</i>	0,422	-3,93	5,436*	
<i>permanent</i>	(2,53)	(3,14)	(3,007)	
Nombre de firmes				
bénéficiaires	8/30	9/30	13/30	
Variables d'emploi				
Emploi total				1104
<i>Effet moyen</i>	-8,816	0,404	1,276	
<i>permanent</i>	(6,268)	(2,123)	(2,634)	
Nombre de cadres				1104
<i>Effet moyen</i>	-1,887	0,109	-0,519	
<i>permanent</i>	(1,486)	(1,25)	(0,899)	
Part des cadres				1104
<i>Effet moyen</i>	0,014	-0,025	0,004	
<i>permanent</i>	(0,018)	(0,033)	(0,014)	
Nombre de firmes				
bénéficiaires	10/23	6/23	7/23	

Notes : Les signes ***, ** et * correspondent respectivement aux coefficients statistiquement significatifs au niveau 1%, 5% et 10%. Les erreurs-types entre parenthèses sont robustes à la fois à l'hétéroscédasticité et à l'autocorrelation.

2.5.5 Hétérogénéité dans l'interaction entre l'intensité de participation et le type de traitement

Nous avons distingué les participants à l'IRT en fonction de l'interaction entre la durée de traitement et le type de traitement. Cette distinction a conduit à 5 sous-groupes : *Le premier groupe* est constitué d'entreprises ayant bénéficié d'une expertise au sein de l'IRT pendant une durée de traitement d'un an. *Le deuxième sous-groupe* comprend les entreprises ayant bénéficié d'une collaboration avec un laboratoire du CEA pendant une durée de traitement d'un an. *Le troisième sous-groupe* rassemble les entreprises ayant travaillé avec les stagiaires ingénieurs "INP" pendant une durée de traitement de deux ans. *Le quatrième sous-groupe* regroupe les entreprises ayant bénéficié d'une collaboration avec un laboratoire du CEA pendant une durée de traitement de deux ans. *Le dernier sous-groupe* est constitué d'entreprises ayant bénéficié d'une collaboration avec un laboratoire du CEA pendant une période de 3 années de traitement. La question de recherche consiste à déterminer lequel des deux facteurs entre la durée du traitement

et le type de traitement joue un plus grand rôle dans l'efficacité du dispositif IRT. Les résultats sont présentés dans le tableau [2.11](#).

2.5.5.1 Analyse d'impact sur les variables financières

La combinaison entre la durée du traitement et le type de traitement fait ressortir des nouveaux résultats. Le premier résultat concerne les entreprises restées deux années dans le dispositif. L'analyse de l'effet du traitement en fonction de la durée de participation a révélé que l'IRT a eu un effet positif et significatif uniquement sur les capitaux propres (*voir section 2.5.3.1*). En croisant la durée et le type de traitement, on obtient deux sous-groupes d'entreprises. Le premier sous-groupe représente les entreprises qui ont bénéficié du type de traitement "INP R&D" durant deux ans (colonne 3 du *tableau 2.11*). Le deuxième sous-groupe est constitué d'entreprises ayant bénéficié du type de traitement "CEA R&D" durant deux années (colonne 4 du *tableau 2.11*). Trois nouveaux résultats sont à noter : Premièrement, on constate que les effets positifs et significatifs se concentrent uniquement sur le deuxième sous-groupe (colonne 4 du *tableau 2.11*). Deuxièmement, on observe que le nombre de variables financières significatives augmente. Les effets concernent non plus seulement les capitaux propres mais aussi l'autonomie financière. Troisièmement, on note que l'ampleur de l'effet sur les capitaux propres a doublé (de 916 194 euros à 2 046 252 euros). Ces résultats laissent supposer que les entreprises restées seulement deux années dans le dispositif, ne peuvent tirer pleinement profit des retombées économiques que si elles bénéficient du traitement de type "CEA R&D". Au vu des nouveaux résultats, on est tenté de dire que le type de traitement "CEA R&D" jouerait un rôle plus important que la durée du traitement.

2.5.5.2 Analyse d'impact sur les variables d'emploi

Un autre résultat intéressant porte sur le sous-groupe ayant bénéficié d'une collaboration avec un laboratoire du CEA pendant une année de traitement. Les analyses sur l'effet moyen, l'hétérogénéité dans la durée du traitement et l'hétérogénéité dans le type de traitement ont toutes révélé que l'IRT n'a aucun effet sur les variables d'emploi (*voir section 2.5.2 ; section 2.5.3.2 et section 2.5.4.2*). En croisant les deux facteurs ; durée de traitement et type de traitement, les résultats deviennent plus précis, en indiquant que les entreprises qui ont bénéficié du traitement "CEA R&D" pendant une année ont amélioré de façon significative l'emploi total. Plus clairement, l'IRT Nanoelec a un effet positif de 7,87 sur l'emploi total. En d'autres termes, cette catégorie d'entreprises a augmenté son effectif total d'environ 8 salariés. Toutefois, ce nouveau résultat est à prendre avec beaucoup de précaution dans la mesure il concerne une seule entreprise. Malgré la faible taille de l'échantillon, on est tenté de penser que le type de traitement "CEA R&D" joue

un rôle plus important que la durée de traitement. Pour les recherches futures, il serait important de réaliser les mêmes analyses avec une taille d'échantillon plus importante afin de vérifier la véracité et la stabilité des résultats.

TABLE 2.11 – Hétérogénéité dans l'interaction entre durée de traitement et type de traitement

Types de traitement	(1) Groupe bénéficiant de "EXPERTISE" durant 1 an	(2) Groupe bénéficiant de "CEA R&D" durant 1 an	(3) Groupe bénéficiant de "INP R&D" durant 2 ans	(4) Groupe bénéficiant de "CEA R&D" durant 2 ans	(5) Groupe bénéficiant de "CEA R&D" durant 3 ans
Variables financières					
Chiffre d'affaires					
<i>Effet moyen</i>	-1 054 636*	799 779	28 998	-2 518 659	483 499*
<i>permanent</i>	(553 373)	(502 809)	(304 920)	(1 577 126)	(281 985)
Capitaux propres					
<i>Effet moyen</i>	-167 461	1 203 681	262 028	2 046 252**	-335 238
<i>permanent</i>	(346 323)	(1 083 636)	(360 407)	(800 532)	(196 270)
Autonomie financière					
<i>Effet moyen</i>	0,408	-0,829	-3,95	10,105**	9,874**
<i>permanent</i>	(2,53)	(4,488)	(3,14)	(4,495)	(4,932)
Nombre de firmes bénéficiaires	8/30	6/30	9/30	5/30	2/30
Variables d'emploi					
Emploi total					
<i>Effet moyen</i>	-8,77	7,87**	0,433	-6,097	-0,092
<i>permanent</i>	(6,26)	(3,52)	(2,12)	(4,92)	(2,68)
Nombre de cadres					
<i>Effet moyen</i>	-1,88	-0,132	0,111	-0,825	-0,775
<i>permanent</i>	(1,48)	(0,841)	(1,25)	(2,42)	(0,533)
Part des cadres					
<i>Effet moyen</i>	0,014	-0,021	-0,025	0,020	0,029
<i>permanent</i>	(0,018)	(0,019)	(0,033)	(0,026)	(0,022)
Nombre de firmes bénéficiaires	10/23	1/23	6/23	4/23	2/23

Notes : Les signes ***, ** et * correspondent respectivement aux coefficients statistiquement significatifs au niveau 1%, 5% et 10%. Les erreurs-types entre parenthèses sont robustes à la fois à l'hétéroscédasticité et à l'autocorrelation.

2.6 Tests de robustesse

2.6.1 Tester l'hypothèse des tendances égales

Dans le souci de s'assurer de la robustesse de nos résultats, nous avons testé l'hypothèse fondamentale de la méthode de différence-en-différence, qui stipule qu'en l'absence du programme, les résultats dans le groupe de traitement auraient suivi la même tendance que les résultats dans le groupe témoin. En d'autres termes, les résultats devraient augmenter ou diminuer au même rythme dans les deux groupes. Si les tendances des résultats sont différentes entre les deux groupes d'unités, alors les estimations fournies par la méthode de la double différence seraient biaisées. Afin de tester cette hy-

pothèse, communément appelée "hypothèse des tendances communes", il est souvent recommandé de vérifier comment ont évolué les tendances des résultats dans le groupe de traitement et dans le groupe de contrôle quelques années avant le programme. Ainsi, s'il s'avère que les deux tendances sont parallèles, alors on pourrait en déduire qu'en absence du traitement, les résultats dans le groupe de traitement auraient suivi la même tendance que les résultats dans le groupe témoin. Cet exercice peut être effectué graphiquement ou statistiquement. Nous avons choisi la deuxième option, en suivant la recommandation de [Gertler, Martinez, Premand, Rawlings, et Vermeersch \(2011\)](#) qui ont suggéré que la validité de cette hypothèse de tendances égales peut être évaluée en comparant les variations des variables de résultat pour les groupes de traitement et de contrôle dans les années précédant les programmes. Dans notre contexte, l'IRT Nanoelec a débuté en 2012, nous avons donc utilisé les données relatives aux années 2011, 2010, 2009 et 2008 pour calculer les variations dans les variables de résultat. Par la suite, nous avons effectué un test de différence de moyenne afin de comparer les changements des variables de résultat pour les groupes de traitement et de contrôle.

Les résultats de ce test sont regroupés dans le tableau [2.12](#). Les résultats montrent qu'avant le traitement, les changements des différentes variables de résultat ne sont pas significativement différents entre les groupes de traitement et de contrôle. En effet, les tests de différence pour chacune des variables de résultat sont tous non significatifs, ce qui signifie qu'on accepte l'hypothèse nulle selon laquelle les variations des variables de résultat sont identiques dans les deux groupes (traitement et contrôle) avant le traitement. Par ailleurs, nos résultats montrent que nous pouvons probablement exclure la présence d'un effet "Ashenfelter's Dip" dans notre échantillon. C'est un phénomène qui s'observe généralement lorsque les participants à un programme modifient brusquement leurs comportements avant le programme, au point de faire varier les valeurs pré-traitement des variables de résultat. Ce phénomène est souvent observé dans les programmes où la participation est fondée sur un certain nombre de critères. Si ce phénomène n'est pas contrôlé, alors il est fort probable que l'effet estimé du traitement soit biaisé. Dans notre cas d'étude, s'il y avait un effet "Ashenfelter's Dip", les tendances pour ces résultats seraient différentes dans les deux groupes d'entreprises. Ce type de test de robustesse a été réalisé dans certains travaux empiriques à l'instar de [Bellucci et al. \(2018\)](#).

TABLE 2.12 – Test de l'hypothèse des tendances communes

	Entreprise IRT	Entreprises Hors-IRT		
Variables de résultat	Moyenne des variations	Moyenne des variations	Test de différence	P-value
Variables financières				
Chiffre d'affaires	198 982	288 199	-89 217	0,7544
Capitaux propres	152 743	126 132	26 611	0,7775
Autonomie financière	-1,33	2,2	-3,53	0,3965
Variables d'emploi				
Emploi total	-0,623	-0,0608	-0,5622	0,7791
Nombre de cadres	0,159	0,0057	0,1537	0,815
Part de cadres	-0,0061	-0,00364	-0,00246	0,8884

2.6.2 Analyse de sensibilité : Utilisation d'un groupe de contrôle différent

Un autre moyen de tester la robustesse des résultats consiste à estimer l'effet du traitement en utilisant un groupe de contrôle différent. L'évaluation d'impact est robuste si les effets estimés avec un autre groupe de contrôle sont semblables à ceux obtenus avec le groupe de contrôle initial. Dans le cadre de cette étude, nous avons utilisé la méthode d'appariement optimal afin de constituer un nouveau groupe de contrôle. Cette méthode d'appariement sélectionne les unités de contrôle et les apparie aux unités traitées sur la base de la plus petite distance absolue moyenne ([Zepeda, 2015](#)). Avec cette méthode, nous avons choisi les cinq meilleures entreprises de contrôle, ce qui a abouti à un échantillon de 180 entreprises dont 150 entreprises de contrôle. Nous avons répliqué les mêmes analyses. Dans l'ensemble, les résultats sont similaires en termes de significativité des variables et d'ordre de grandeur, à quelques différences très minimes (les différents résultats sont dans les *tableaux A.5, A.6, A.7 et A.8* dans *l'annexe*).

2.6.3 Analyse de la sensibilité : Analyse intertemporelle des effets

Notre analyse intertemporelle des effets repose sur l'hypothèse que certaines variables seraient impactées par le traitement (dispositif IRT) dans un horizon de court terme (pendant le traitement) tandis d'autres le seraient plutôt dans un horizon de moyen ou long terme (après le traitement). Pour vérifier cette hypothèse, notre approche consiste à décomposer l'effet moyen permanent en deux effets : Un *effet instantané* qui représente l'effet de l'IRT pendant la période traitement et un *effet post-traitement* qui constitue l'effet de l'IRT après la période de traitement.

Les résultats de cette analyse sont regroupés dans les *tableaux A.9, A.10, A.11 et A.12* (dans *l'annexe*) représentant respectivement l'effet homogène du traitement, l'effet hétérogène en fonction de la durée du traitement, l'effet hétérogène en fonction du type

de traitement et l'effet hétérogène en fonction de l'interaction entre la durée et le type de traitement. Concernant les variables financières, les résultats tendent à montrer que dans l'ensemble l'IRT a un effet moyen instantané sur l'autonomie financière et un effet moyen post-traitement sur le chiffre d'affaires net. Ce résultat semble corroborer l'efficacité de l'IRT dans la mesure où l'observation des effets du traitement sur le chiffre d'affaires nécessite du temps pour le passage des activités de R&D aux performances financières. Par ailleurs, l'autonomie financière est un indicateur de performance de court terme. Pour ce qui est des variables d'emploi, les résultats semblent montrer un effet instantané négatif sur l'emploi total et le nombre de cadres et un effet post-traitement positif sur l'emploi total. De même, cette observation semble confirmer nos résultats trouvés dans les sections précédentes et l'efficacité de l'IRT en ce sens que les variables d'emploi sont généralement les indicateurs de performance de long terme. Par ailleurs, l'effet instantané négatif trouvé, pourrait trouver sa justification dans le fait que la période de traitement, les entreprises bénéficiant des services de R&D seraient moins incitatives à embaucher en ce sens qu'elles ont déjà accès à la main d'œuvre de l'IRT pour réaliser leurs activités.

2.7 Conclusion

Ce chapitre avait pour objectif d'examiner et d'évaluer l'impact des plateformes technologiques utilisées comme outils de transfert de technologie, sur les variables financières et d'emploi des petites et moyennes entreprises (PMEs). Pour cela, nous avons considéré l'Institut de Recherche Technologique (IRT) Français "Nanoelec" qui est un institut interdisciplinaire thématique fondé sur les plateformes technologiques dont l'objectif est entre autres d'aider les PME à créer des nouveaux produits ou à faire évoluer les produits existants ; à accélérer le développement de leurs produits, services ou procédés innovants et à donner à l'entreprise un avantage compétitif et ce, grâce au savoir-faire du territoire grenoblois. Trois questions de recherche principales ont été abordées par notre analyse d'évaluation. La première question de recherche consistait à déterminer si la plateforme IRT Nanoelec en tant qu'outil de diffusion technologique a eu des effets d'additionnalité sur les variables financières et sur les variables d'emploi. La deuxième question de recherche visait à savoir si ces effets sont hétérogènes au regard de la durée de participation, d'une part et d'autre part, au regard du type d'aide proposé par l'IRT. Autrement dit, est-ce que la durée de participation et le type d'aide pourraient jouer un rôle dans l'efficacité de l'IRT ? Enfin, entre la durée du traitement et le type de traitement, lequel d'entre eux pourrait jouer un rôle plus important dans l'efficacité de l'IRT ?

En utilisant une approche de différence-en-différence appariée sur les données de panel observées sur la période 2008 - 2016, les résultats d'évaluation indiquent que l'IRT

a eu des effets positifs sur les variables financières. Il semblerait que l'IRT a réussi à stimuler la croissance des capitaux propres des entreprises bénéficiaires pris dans leur ensemble comparativement aux entreprises de contrôle. En distinguant les entreprises bénéficiaires en fonction de la durée de participation, les résultats tendent à montrer que l'impact évalué est hétérogène. En effet, on observe les effets positifs sur le chiffre d'affaires, les capitaux propres et l'autonomie financière qui semblent se concentrer sur les entreprises qui ont une durée de traitement plus longue (2 à 3 années). Aucun effet n'est décelé sur les entreprises qui sont restées seulement une année. Cela laisse penser que plus la durée de participation d'une entreprise est élevée, plus cette dernière a tendance à bénéficier des retombées économiques du dispositif. Ce résultat pourrait s'expliquer par le fait que l'assimilation des connaissances requiert un certain temps surtout pour les PME qui n'ont pas une capacité d'absorption assez importante leur permettant de comprendre et d'assimiler rapidement les informations de leur environnement externe. En distinguant les entreprises bénéficiaires en fonction du type de traitement reçu, les résultats semblent indiquer que l'IRT a eu des effets positifs sur les capitaux propres et l'autonomie financière et que ces effets semblent concerner uniquement les entreprises ayant eu une véritable collaboration avec les laboratoires du CEA dans le cadre de la plateforme. Un effet négatif faiblement significatif est identifié sur le chiffre d'affaires et cet effet se focalise uniquement sur les entreprises ayant bénéficié du traitement "expertise". Aucun effet n'est trouvé sur les entreprises ayant bénéficié du traitement "INP R&D". L'effet positif du type d'aide "CEA R&D" est conforme aux attentes dans la mesure où la collaboration avec un laboratoire du CEA représentait de loin le traitement a priori le plus impactant par rapport aux autres traitements. Quant aux variables d'emploi, les résultats d'évaluation montrent que dans l'ensemble, l'IRT n'a aucun effet sur ces variables comparativement aux entreprises de contrôle. En distinguant les entreprises bénéficiaires en fonction de la durée de traitement d'une part et d'autre part en fonction du type de traitement reçu, aucun effet n'est toujours identifié. En distinguant ces entreprises en fonction de la combinaison de la durée et du type de traitement, on observe un effet positif et significatif sur l'emploi total qui semble se focaliser sur les entreprises ayant bénéficié du type de traitement "CEA R&D" pendant une année. Toutefois, tous ces résultats doivent être pris avec beaucoup de précaution en raison de la faible taille de l'échantillon des entreprises bénéficiaires. Les analyses de l'hétérogénéité du traitement ont montré que la durée du traitement et le type de traitement choisi semblent jouer un rôle important dans l'efficacité de l'IRT, avec un rôle prépondérant du type de traitement.

Il serait intéressant de confronter nos résultats à ceux des études sur les soutiens directs aux collaborations science-industrie afin de déterminer si les retombées semblent plus fortes (ou au contraire moins fortes) lorsque le soutien est assuré par les plateformes. Nous avons identifié dans la littérature empirique seulement trois études sur les aides directes aux collaborations science-industrie au sens strict. Par ailleurs, ces études n'ont pas choisi exactement les mêmes variables de performance que notre étude, ce qui rend

la comparaison difficile. La seule variable commune est le chiffre d'affaires. On la trouve dans deux travaux d'évaluation ([Nishimura et Okamuro, 2016](#) ; [Eom et Lee, 2010](#)) mais l'effet significatif sur cet indicateur est identifié uniquement dans les travaux de [Nishimura et Okamuro \(2016\)](#). Cet impact estimé est de 3,2% en 2007 et 2,6% en 2008, ce qui représente en moyenne 2,9%. En comparant ce chiffre à notre effet rapporté en pourcentage, on constate que l'effet identifié dans notre étude qui d'environ 9,7% est largement supérieur à celui de [Nishimura et Okamuro](#) même si des décalages temporels sont différents. Avec ces seuls chiffres, il serait prématuré de penser que les plateformes seraient plus efficaces que les soutiens directs aux collaborations science-industrie.

Les résultats de cette étude nous ont permis d'envisager quelques recommandations en termes de politiques publiques. La première recommandation porte sur la durée de participation. Notre analyse de l'évaluation a mis en évidence le rôle clé joué par la durée du traitement. Il a été en effet démontré que plus une entreprise reste dans l'IRT, plus elle a des fortes chances de bénéficier des retombées économiques. Par conséquent, il serait intéressant d'améliorer le design de cette politique en y inscrivant une durée plus longue du traitement comme étant une condition préalable à la participation à l'IRT. La deuxième recommandation est relative au type de traitement. Nos analyses ont montré que le contrat de collaboration de R&D avec un laboratoire du CEA était le traitement le plus efficace. Par conséquent, nous recommandons de multiplier ce type de traitement dans le dispositif.

Cette étude d'évaluation n'est pas exempte de limites. Il serait intéressant de les prendre en considération pour les recherches futures. Premièrement, l'une des limites les plus souvent rencontrées dans les évaluations d'impact des politiques d'innovation est l'utilisation d'une variable indicatrice comme mesure de la variable de traitement ([Bellucci et al., 2018](#)). Cela s'explique par la difficulté d'accéder à toutes les informations sur la taille des subventions reçues chaque année de traitement par l'entreprise bénéficiaire. Notre étude n'échappe à cette limite. Même si nous avons les informations sur le montant total dépensé par projet, nous sommes dans l'incapacité de savoir exactement la somme dépensée annuellement, ce qui rend difficile l'utilisation cette information dans le cadre de cette évaluation. Deuxièmement, la taille de l'échantillon des entreprises traitées n'est pas très élevé. Elle l'est encore moins lorsque nous subdivisons cet échantillon afin d'étudier l'hétérogénéité dans le traitement. Il serait donc intéressant de conduire les mêmes analyses avec un échantillon de taille plus grande afin de voir si les résultats restent stables. Troisièmement, notre étude d'évaluation repose principalement sur l'additionnalité des variables financières et d'emploi. Il se peut que ces variables ne soient pas suffisantes pour évaluer l'efficacité des programmes de recherche collaborative. D'après [Bellucci et al. \(2018\)](#), *"la coopération en R&D peut avoir un impact plus général sur la stratégie de R&D des PME et, en particulier, sur leur capacité à assimiler et exploiter les connaissances externes et les capacités internes requises pour établir de nouvelles*

collaborations avec des entreprises et des centres de recherche. Tous ces effets, identifiés par la littérature sous le concept général d'additionnalité comportementale (Buisseret, Cameron, & Georghiou, 1995), sont particulièrement importants pour les politiques d'innovation basées sur le lieu et doivent être soigneusement pris en compte dans les recherches futures." Quatrièmement, il est impossible à ce stade, de tirer une conclusion sur la comparaison entre l'efficacité des plateformes technologiques et celle d'autres formes de soutiens directs aux entreprises. C'est une perspective intéressante pour les recherches futures. Par ailleurs, il est important de souligner que même si nous n'avons pas pu observer les effets significatifs sur tous les indicateurs de performance, cela ne signifie pas nécessairement qu'il n'y pas d'effets. Il peut y avoir des effets indirects dûs aux interactions entre les entreprises traitées et les autres entreprises non traitées. Par conséquent, il serait intéressant d'analyser et d'évaluer les effets indirects de l'IRT. Cette problématique sera abordée en profondeur dans le chapitre suivant.

**ESTIMATION DES EFFETS INDIRECTS DES POLITIQUES D'INNOVATION FONDÉES
SUR LES RELATIONS SCIENCE-INDUSTRIE : L'IMPACT DES INSTITUTS DE
RECHERCHE TECHNOLOGIQUE FRANÇAIS SUR LES PERFORMANCES DES
PMES NON-BÉNÉFICIAIRES.**

3.1 Introduction

La majorité des travaux d'évaluation portant sur l'impact des politiques économiques en général sur les performances des entreprises ont tendance à se focaliser sur les bénéficiaires directs (la population cible) en émettant l'hypothèse fondamentale selon laquelle il n'y aurait pas d'interactions entre les bénéficiaires directs et les entreprises non-bénéficiaires. Or, les entreprises bénéficiaires directes ne sont pas isolées dans l'économie, elles entretiennent des relations avec les unités non ciblées par la politique en question. Ces relations peuvent par exemple faire référence aux transactions commerciales (fournisseurs, clients, concurrents), au partage des ressources communes (ressources humaines, infrastructurelles, etc.), aux relations de coopération, etc. Pour la plupart de ces voies possibles d'interaction, les effets sont localisés. Cela suppose donc que les politiques économiques sont susceptibles de générer des effets de débordement qui peuvent affecter positivement ou négativement les entreprises qui ne sont pas ciblées. Si ces spillovers sont souvent involontaires pour certaines politiques, d'autres politiques sont conçues de manière à ce qu'elles puissent générer des effets externes. Dans ce dernier cas, les effets de spillovers sont attendus. De toute façon, que les effets de spillovers soient intentionnels ou non, attendus ou non, il est important de les prendre en considération lorsqu'il s'agit d'évaluer l'impact de ces programmes/politiques. ([Angelucci & Maro, 2015](#)).

Les enjeux de l'évaluation des effets indirects des politiques ou des programmes en général sont très importants. D'après [Angelucci et Maro \(2015\)](#), le fait de ne pas prendre en compte les effets indirects ou effets de spillover dans les évaluations d'impact entraîne des estimations biaisées de l'impact de la politique. D'après ces auteurs, une des conséquences directes d'une évaluation d'impact biaisée serait de fournir des fausses conclusions et par ricochet, de faire des recommandations politiques erronées. Par ailleurs, ils soulignent qu'une autre conséquence serait "la mauvaise compréhension des modèles

générateurs de données". En d'autres termes, il serait difficile de comprendre l'étendue réelle de l'impact de la politique. Dans ce contexte, évaluer les effets indirects d'une politique devient essentiel pour les responsables politiques en ce sens que cela pourrait leur permettre de mesurer l'effet total (effet direct + effet indirect) de la politique, de comparer les deux types d'effets (direct et indirect), de mieux cerner l'ampleur de la politique sur l'économie locale, d'identifier le profil des bénéficiaires indirects et de mieux comprendre la réaction de l'économie locale face à une politique. Par ailleurs, l'intérêt croissant pour les effets d'entraînement ne se limite pas au point de vue du gouvernement. En fait, la prise de conscience et l'estimation des effets indirects deviennent un pilier central de l'analyse causale et de l'évaluation des politiques en ce sens que l'inclusion des effets indirects dans le cadre traditionnel n'est pas simple et peut encore être considérée comme l'un des principaux défis pour les chercheurs ([Di Gennaro et Pellegrini, 2017](#)).

Dans ce chapitre, nous cherchons à concevoir un cadre d'évaluation des effets indirects (effets de spillover) des politiques de type de transfert science-industrie ayant un ancrage territorial. Il faut dire que les effets de spillover sont particulièrement attendus dans cette catégorie de politiques. L'un des enjeux de cette politique réside dans sa capacité à diffuser les connaissances scientifiques au-delà des participants de manière à affecter aussi les entreprises non-directement bénéficiaires en raison des liens qu'elles entretiennent avec les bénéficiaires directs. Par ailleurs, l'ancrage territorial de cette politique repose sur des considérations théoriques et de plus en plus empiriques que les performances de l'entreprise bénéficient des économies d'agglomération.

De nombreuses études empiriques évaluant l'impact des différentes formes des politiques d'innovation de type transfert science-industrie sur les performances des entreprises ([Lundmark et Power, 2008](#) ; [Giuliani et Arza, 2009](#) ; [Dessertine, 2014](#) ; [Brossard et Moussa, 2014](#) ; [Dujardin et al., 2015](#) ; [Chai et Shih, 2016](#) ; [Ben Hassine et Mathieu, 2017](#) ; [Bellucci et al., 2018](#)), se sont focalisées uniquement sur les effets des bénéficiaires directs sans tenir compte des effets indirects probables. A ce jour, il existe très peu de preuves empiriques sur la mesure des effets indirects dans le cadre d'une évaluation d'impact des politiques d'innovation fondées sur les relations science-industrie ([Nishimura & Okamuro, 2016](#)).

L'objectif principal de ce chapitre est d'analyser et d'évaluer l'impact indirect des politiques d'innovation de recherche collaborative science-industrie ayant un ancrage territorial, afin d'améliorer les décisions en matière de politique d'innovation. Pour cela, nous nous focalisons sur la politique de l'IRT en France et plus particulièrement sur l'IRT Nanoelec. La focalisation sur l'IRT Nanoelec est tout simplement due au fait que nous disposons les données internes des entreprises qui y ont participé. Par ailleurs, ce choix est aussi guidé par le fait que les résultats obtenus dans ce chapitre seront combinés à ceux du chapitre précédent, afin de donner une vue d'ensemble de l'impact des IRT sur les PME, en considérant non seulement les effets directs sur les bénéficiaires, mais

aussi les effets indirects. Nous utilisons les données micro-économiques à l'échelle des entreprises sur les PME françaises observées de 2008 à 2016 afin d'estimer l'effet indirect causal de l'IRT Nanoelec. Cette étude empirique se focalise sur les PME pour les mêmes raisons que celles évoquées dans le chapitre précédent.

Afin de mesurer les effets indirects générés par l'IRT Nanoelec, nous supposons comme dans l'étude de [Garone et al. \(2014\)](#) que la "proximité géographique au sein d'un secteur constitue le principal canal par lequel se produisent des effets externes". Par conséquent, nous définissons les bénéficiaires indirects comme étant les entreprises non-bénéficiaires des actions de l'IRT mais localisées à proximité et appartenant aux mêmes secteurs d'activités des bénéficiaires directs. On fait l'hypothèse que parce qu'elles sont localisées près d'une source de connaissances qu'est l'IRT et près d'entreprises bénéficiant directement de l'IRT, les entreprises non-bénéficiaires appartenant aux mêmes secteurs que les bénéficiaires directs peuvent bénéficier des effets de débordement générés par la concentration des moyens de l'IRT. La stratégie empirique consiste dans un premier temps à définir et à constituer le groupe de référence c'est-à-dire les entreprises qui peuvent potentiellement être affectées par les effets externes, dans un second temps à définir un cadre d'évaluation des effets indirects et dans un troisième temps, à utiliser l'estimateur à effets fixes appliqué dans un modèle de différence-en-différence et combiné à un double appariement à l'échelle des entreprises et à l'échelle des zones géographiques de la politique afin de sélectionner le groupe de contrôle approprié. Cela permet de traiter les éventuels problèmes d'endogénéité et de biais de sélection.

Nos résultats montrent que l'IRT Nanoelec a augmenté le chiffre d'affaires net et l'autonomie financière des bénéficiaires indirects comparativement aux entreprises de contrôle. L'analyse de la dynamique des résultats indique que les effets indirects n'apparaissent pas immédiatement après le traitement mais quelques années plus tard. Par ailleurs, ces effets indirects positifs semblent être croissants avec le temps. En ce qui concerne les variables d'emploi, les résultats révèlent une dynamique plus complexe. On observe un effet indirect négatif sur la part des cadres pendant la première année de l'implémentation de l'IRT et un effet indirect positif quelques années plus tard sur la même variable. En analysant la permanence de ces effets, on constate que seuls les effets sur les performances financières semblent être persistants depuis l'implantation de l'IRT.

La première contribution de ce chapitre est d'ordre méthodologique en ce sens que nous proposons une méthode d'évaluation des effets indirects à travers une construction originale d'un contrefactuel des bénéficiaires indirects pour mesurer ces effets. En d'autres termes, ce chapitre contribue à relâcher l'hypothèse d'absence d'interactions entre firmes traitées et firmes non-traitées. Ce chapitre contribue également à la littérature sur l'impact des politiques d'innovation locales en ce sens que la politique des IRT repose sur le principe de territorialité (ce qui signifie que les IRT ont été implantés en tenant compte des spécificités des territoires) et qu'elle ambitionne d'avoir des effets indirects passant par les relations de proximité sur le territoire. Enfin, ce chapitre apporte des résultats em-

piriques originaux sur l'efficacité de l'IRT Nanoelec sur les performances des PME non-traitées. En d'autres termes, il contribue à démontrer que les entreprises non directement bénéficiaires des services de l'IRT Nanoelec améliorent tout de même leur performance en raison de leur proximité géographique avec les bénéficiaires directs et avec cet IRT.

Le reste du chapitre est structuré comme suit. La [section 3.2](#) présente une revue de littérature qui se focalise d'une part, dans un cadre théorique, sur la relation entre la proximité géographique et les effets indirects des politiques territoriales d'innovation et d'autre part, sur les études empiriques portant sur l'évaluation des effets indirects des politiques d'innovation fondées sur les relations science-industrie. La [section 3.3](#) explique la stratégie économétrique d'évaluation tandis que la [section 3.4](#) présente les données, le groupe de référence et les variables de résultat. La [section 3.5](#) se focalise sur les principaux résultats et la [section 3.6](#), sur les tests de robustesse afin de valider la stratégie empirique. La [section 3.7](#) quant à elle, fournit la conclusion et quelques recommandations en termes de politiques publiques.

3.2 Revue de littérature

3.2.1 Cadre théorique : Proximité géographique et effets indirects des politiques territoriales d'innovation

L'analyse des effets indirects des politiques territoriales d'innovation a connu très peu d'attention aussi bien sur le plan théorique qu'empirique. Très souvent, les chercheurs s'intéressent plus à l'impact de ces politiques sur les bénéficiaires directs ignorant ainsi les entreprises qui sont susceptibles de bénéficier indirectement des retombées des politiques territoriales d'innovation en raison de leurs interactions circonscrites dans un espace donné, avec les bénéficiaires directs. Dans une économie, les entreprises n'évoluent pas en autarcie dans la mesure où elles entretiennent des relations plus ou moins étroites avec d'autres entreprises. Cela signifie donc que toute perturbation ou changement d'une entreprise a de fortes chances d'avoir des répercussions sur les entreprises avec lesquelles elle est liée. Dans ce contexte, la question de recherche qui se pose, est celle de savoir par quels canaux de transmission possibles les effets indirects de ces politiques sont susceptibles d'apparaître et dans quelle mesure ces effets peuvent être réduits par la distance. Cette question est très importante dans la mesure où elle cherche à répondre à un des enjeux de ces politiques qui est de générer les retombées socio-économiques pour qu'elles puissent profiter au-delà des bénéficiaires directs pour atteindre les entreprises non-traitées locales.

L'analyse de la littérature théorique sur l'économie géographique et sur la géographie de l'innovation a permis d'identifier au moins trois voies par lesquelles les politiques territoriales d'innovation fondées sur les relations science-industrie sont susceptibles d'impacter les entreprises locales non-traitées. Il est possible d'observer les effets indirects via les flux de connaissance, via les transactions commerciales et via le marché du travail.

1. Effets indirects via les flux de connaissance

Les entreprises qui n'ont pas fourni d'efforts pour réaliser les activités de R&D, peuvent tout de même bénéficier gratuitement ou à moindre coût des flux de connaissance provenant des entreprises qui exécutent les activités de R&D. C'est par exemple le cas des brevets qui sont parfaitement publics car tout le monde peut accéder à un brevet, le lire, le comprendre et s'appuyer sur ces connaissances pour innover ([Garone et al., 2014](#)). C'est aussi le cas des relations de coopération dont les contrats sont incomplets en raison de la difficulté voire l'impossibilité de prédire les éventualités futures ([Gallié, 2004](#)). Dans ce contexte, on est forcé de penser que les entreprises non-aidées par une politique d'innovation pourraient malgré tout, bénéficier des flux de connaissances volontaires ou non provenant des entreprises aidées en raison des défaillances du marché telles que l'imparfaite appropriabilité des connaissances, l'incomplétude des contrats, etc. Toutefois, il convient de noter que les entreprises non-aidées ne peuvent bénéficier effectivement des retombées des politiques d'innovation que si elles possèdent une capacité d'absorption suffisamment forte pour comprendre, exploiter et assimiler les connaissances externes ([Cohen et Levinthal, 1989](#)) et que si elles sont fréquemment en interaction active avec les sources d'externalités (laboratoires publics, universités, etc.) pour capter les retombées de leurs recherches ([Cockburn et Henderson, 1998](#) ; [Zucker, Darby, et Armstrong, 1994](#)).

Par ailleurs, les travaux en géographie de l'innovation ont mis en évidence la dimension territoriale de ces flux de connaissance. Les effets d'agglomération seraient plus importants pour les activités de R&D et d'innovation que pour les activités de production. Ce fait stylisé repose sur l'argument selon lequel la transmission de connaissances est freinée par la distance géographique car elle suppose des relations interpersonnelles intenses et des face-à-face répétés ([Madiès et Prager, 2008](#)). Ainsi, la proximité géographique jouerait donc un rôle important dans le transfert et l'acquisition des connaissances ([Davenport, 2005](#)). Cette proximité géographique est d'autant plus importante lorsqu'il s'agit d'accéder aux connaissances tacites ([Löfsten et Lindelöf, 2001](#)) ; ce qui a pour conséquence de favoriser la concentration de l'innovation dans l'espace. Des travaux de recherche réalisés en France ont montré que la diffusion des externalités de connaissance s'atténue avec la distance. C'est le cas des travaux d'[Autant-Bernard et Massard \(2004\)](#) réalisés à l'échelle départementale, qui montrent que plus les activités

de R&D sont conduites à distance, plus les effets sur l'innovation locale s'atténuent. Par ailleurs, d'autres travaux à l'instar de ceux de [Massard et Riou \(2003\)](#) laissent entendre qu'il existerait un véritable "effet frontière" entre les départements. Plus précisément, les externalités de connaissance diminueraient sensiblement dès lors qu'on passe la frontière d'un département contiguïté d'ordre 1 pour s'annuler pour une contiguïté d'ordre 2. Dans le cadre des relations science-industrie, la proximité géographique entre la communauté scientifique et la communauté industrielle est encore plus importante en ce sens que la recherche publique a par nature un caractère fondamental et donc génère beaucoup d'informations tacites dont l'accès nécessite des contacts fréquents entre chercheurs publics et chercheurs privés. C'est en cela que la proximité géographique est plus que nécessaire pour l'intégration des ressources académiques et des capacités locales ([Asheim et Isaksen, 2002](#)).

En somme, les politiques territoriales d'innovation peuvent indirectement impacter les performances des entreprises non-directement aidées en raison de leur proximité géographique avec les entreprises directement aidées à condition qu'elles disposent d'une forte capacité d'absorption et qu'elles multiplient les contacts avec les bénéficiaires directs.

2. Effets indirects via les liens clients-fournisseurs

Les effets indirects peuvent se produire à travers les relations commerciales que les bénéficiaires directs des politiques d'innovation entretiennent avec leurs clients et fournisseurs. L'analyse de ces effets pourrait s'effectuer sous deux types de liens : le lien *bénéficiaires directs - clients* et le lien *fournisseurs - bénéficiaires directs*.

Au sein du *premier lien*, l'entreprise bénéficiaire directe peut produire les biens intermédiaires ou les équipements innovants qui sont les intrants destinés à ses entreprises clientes. S'il apparaît que le prix auquel sont vendus ces intrants innovants ne reflètent pas la totalité des changements en qualité incorporés par les biens innovants, alors il y aura un déplacement des gains de productivité du producteur au client ([Terleckyj, 1974](#) ; [Goto et Suzuki, 1989](#) ; [Verspagen, 1997](#) ; [Crespi, Criscuolo, Haskel, et Slaughter, 2008](#) ; [Nishimura et Okamuro, 2016](#)). [Griliches \(1979\)](#) qualifie ce déplacement d'externalités pécuniaires en faisant la distinction entre les externalités de connaissance et les externalités pécuniaires. Pour cet auteur, les externalités ne se limitent pas aux connaissances, elles incluent également les externalités pécuniaires. Les externalités pécuniaires se produisent lorsque les avantages économiques sont transférés à travers des transactions commerciales, tandis que les externalités de connaissances se produisent lorsque les connaissances sont transférées sans transaction de marché ([Nishimura et Okamuro, 2016](#)). Les externalités pécuniaires deviennent importantes lorsque la concurrence est âpre dans la mesure où cela diminuerait le pouvoir de négociation des entreprises direc-

tement aidées. Par conséquent, une entreprise peut bénéficier des effets indirects d'une politique d'innovation parce qu'elle est cliente d'une ou de plusieurs entreprises bénéficiaires directes. Par ailleurs, en raisonnant inversement, on pourrait supposer que si l'entreprise aidée est dans une situation de monopole, alors cette dernière pourrait pratiquer des prix très élevés ; ce qui aura un effet néfaste sur les gains de productivité des clients.

Au sein du *second lien*, les politiques d'innovation sont susceptibles d'accroître les activités de R&D et d'innovation des bénéficiaires directs ; ce qui pourrait avoir pour conséquence d'augmenter leur besoin en matière des biens intermédiaires ou d'équipements. On pourrait donc s'attendre à une augmentation de la commande des biens intermédiaires des entreprises fournisseurs qui aura un impact sur leurs performances financières en l'occurrence le chiffre d'affaires. Ainsi, on peut penser qu'au début de traitement des bénéficiaires directs, il est probable d'observer les effets indirects positifs sur les performances des bénéficiaires indirects si la majorité de ces bénéficiaires indirects sont des fournisseurs. Toutefois, il est possible que les politiques territoriales d'innovation exaspèrent l'agglomération qui en fin de compte produit les effets néfastes. Certains auteurs à l'instar de [Barbesol et Briant \(2008\)](#) ont étudié les effets néfastes d'une agglomération. La forte concentration des activités économiques peut provoquer les surcoûts des facteurs de production. On peut ainsi assister à une forte hausse des prix des salaires, du terrain et du capital. On peut également observer les externalités négatives de la production telles que la pollution, la congestion des réseaux de transport qui sont susceptibles de réduire la productivité des entreprises et donc leurs performances. Les zones où l'activité économique est très concentrée, sont suivies d'une concurrence exacerbée.

Par ailleurs, les travaux en économie géographique ont mis évidence le fait que les activités du système économique (production, consommation, distribution, etc.) seraient polarisées et que cette concentration serait expliquée par les économies d'agglomération. Plus précisément, les entreprises auraient tendance à se regrouper spatialement à proximité des clients et des fournisseurs afin de bénéficier de faibles coûts de transport, d'un accès facile à une variété de biens intermédiaires et de profiter de la présence d'un nombre plus important de consommateurs facilement accessibles ([Barbesol et Briant, 2008](#)). En considérant le modèle interactif du processus d'innovation, il y a fort à penser que les clients et les fournisseurs jouent rôle important dans le processus d'innovation parce qu'ils possèdent une connaissance et une expérience pertinentes des processus, des produits ([Oerlemans, Meeus, et Boekema, 2001](#)) et peuvent par conséquent fournir les informations et les connaissances sur les fonctions et la qualité des produits nécessaires pour résoudre les problèmes ([Lundvall, 1992](#)). Dans ce contexte, l'agglomération facilite le rapprochement d'une part des entreprises et les clients potentiels et d'autre part entre des entreprises et les fournisseurs ([Duranton et Puga, 2004](#)).

En conclusion, les politiques territoriales d'innovation peuvent générer les effets indirects positifs ou négatifs à travers les relations commerciales, selon le degré d'agglomération, de la concurrence et le type du partenaire commercial.

3. Effets indirects via le marché du travail qualifié

Les politiques territoriales d'innovation ne génèrent pas toujours les effets indirects positifs. Elles sont susceptibles de créer des distorsions sur le marché du travail qualifié en impactant négativement les variables d'emploi des entreprises locales qui ne sont pas aidées. En effet, la main d'œuvre qualifiée représente l'un des facteurs les plus importants dans le processus d'innovation. Plusieurs études ont d'ailleurs montré que les travailleurs qualifiés sont au cœur du processus d'innovation car ils réalisent les activités de R&D et maîtrisent l'état de l'art de la technique ([Guellec, 1996](#) ; [Mangematin et Nesta, 1999](#)) ; qu'ils sont les principaux agents de la capacité d'absorption en ce sens qu'ils jouent un rôle important dans l'acquisition et la transmission au sein de l'entreprise des connaissances externes ([Cohen et Levinthal, 1989](#) ; [Tushman et Katz, 1980](#)) et qu'ils sont les principaux acteurs dans les relations de coopération en R&D dans la mesure où ils encouragent les relations de coopération avec d'autres personnes possédant des compétences similaires en dehors de l'entreprise, facilitant ainsi l'accès aux réseaux de connaissances externes, en particulier dans le cas de l'utilisation des connaissances scientifiques ([Rothwell et Dodgson, 1991](#) ; [Mangematin et Nesta, 1999](#))¹.

Toutefois, la main d'œuvre qualifiée est très coûteuse, ce qui représente un frein pour les entreprises, en l'occurrence les PME qui ont des faibles ressources financières. Par ailleurs, la main d'œuvre qualifiée est parfois difficilement accessible dans certains territoires. De ce fait, les politiques territoriales d'innovation visent à mettre en place des mesures incitatives afin d'aider les entreprises à attirer les meilleurs candidats sur un territoire donné, ce qui a pour conséquence directe l'augmentation du bassin de l'emploi. Cependant, certaines études à l'instar de [Barbesol et Briant \(2008\)](#) soulignent que dans un bassin d'emploi plus large, les travailleurs ont tendance à être plus spécialisés et donc plus productifs. En d'autres termes, les politiques territoriales d'innovation provoquent une hausse des salaires des travailleurs qualifiés, ce qui pourrait aboutir à une situation où les entreprises aidées embauchent plus de meilleurs salariés qualifiés (car elles sont aidées) au détriment des entreprises locales non-aidées qui auront de la peine à accéder à une main d'œuvre qualifiée qui était déjà chère avant la mise en place des politiques. Dans une perspective dynamique, [Garone et al. \(2014\)](#) confirment ces observations en soulignant que les effets indirects sur l'emploi qualifié pourraient être négatifs à court terme chez les bénéficiaires indirects et au fil du temps ils pourraient s'estomper et devenir positifs à mesure que les externalités s'étendent sur les bénéficiaires indirects

1. Cité par [Vinding \(2006\)](#)

et que les emplois supplémentaires commencent à se délocaliser à l'extérieur du système économique local. Ces auteurs mettent l'accent sur le timing et les périodes de gestation pour bien comprendre le sens de ces effets. Par ailleurs, les travaux en économie géographique et en géographie de l'innovation ont mis en évidence la dimension spatiale du marché du travail qualifié. Cela signifie que les entreprises auraient tendance à concentrer dans les territoires où il est facile de trouver une main d'œuvre. Dans le cadre des relations science-industrie, certains auteurs à l'instar de [Anselin, Varga, et Acs \(1997\)](#) soulignent qu'au-delà de son rôle de producteur de la recherche fondamentale, l'université joue un autre rôle qui est la création du capital humain sous la forme des travailleurs hautement qualifiés. D'autres travaux ([Bartel et Lichtenberg, 1987](#) ; [Lucas, 1988](#), etc.)² montrent que l'université joue un rôle important dans la création des innovations technologiques et ce, à travers le développement du capital humain. Dans ce contexte, l'université constitue un attracteur important de localisation pour la R&D du secteur privé et pour la production de haute technologie ([Malecki, 1991](#) ; [Anselin et al., 1997](#)). De nombreuses études empiriques ont montré que la présence des universités a un effet significativement positif sur le lieu de la production de haute technologie, des nouvelles start-ups et des installations de recherche et développement (voir les travaux de [Malecki, 1986](#) ; [Nelson, 1986](#) ; [Harding, 1989](#) ; etc.). Cela implique donc que les effets indirects via le marché du travail qualifié possèdent une dimension territoriale.

3.2.2 Littérature empirique : Evaluation des effets indirects des dispositifs de type transfert science-industrie

La littérature empirique sur l'évaluation des effets indirects des politiques d'innovation fondées sur les relations science-industrie est presque inexistante. Cette limite dans la littérature est importante à souligner dans la mesure où elle est en incohérence avec les fondements des politiques de transferts science-industrie, qui comparativement aux autres politiques d'innovation, ont pour ambition de diffuser les connaissances scientifiques au plus grand nombre d'entreprises, afin d'affecter leurs performances au-delà des bénéficiaires directs. En d'autres termes, ces politiques visent à maximiser la présence des externalités de connaissance.

Très peu d'études empiriques se sont intéressées à évaluer et à analyser les effets indirects des politiques d'innovation, toutes catégories confondues ([Garone et al., 2014](#) ; [Castillo, Maffioli, Rojo, et Stucchi, 2014](#) ; [Nishimura et Okamuro, 2016](#) ; [Di Gennaro et Pellegrini, 2017](#)). Parmi ces études, la seule qui s'est focalisée sur les politiques d'innovation fondées sur les relations science-industrie est celle de [Nishimura et Okamuro \(2016\)](#). Etant donné que ce chapitre se focalise sur la dimension spatiale des effets indirects, nous allons présenter dans cette revue de littérature empirique au-delà de l'étude

2. Cité par [Anselin et al. \(1997\)](#)

de [Nishimura et Okamuro \(2016\)](#), les travaux de [Garone et al. \(2014\)](#) et de [Di Gennaro et Pellegrini \(2017\)](#) pour la raison principale que ces deux études empiriques ont en commun de se focaliser sur la dimension spatiale des effets indirects.

[Nishimura et Okamuro \(2016\)](#) cherchent à évaluer l'impact causal direct et indirect d'un programme de consortium de R&D, financé par le gouvernement japonais sur les entreprises. Ce programme sponsorise exclusivement les projets R&D de type science-industrie c'est-à-dire comprenant au moins une université et une entreprise privée. Le financement ("traitement") débute en 1997 pour une durée de deux ans [1997-1998]. Pour évaluer les effets indirects de ce programme, les auteurs se focalisent sur les relations commerciales comme principal canal de transmission des effets indirects. Plus précisément, ils cherchent à évaluer l'impact de ce programme sur les entreprises clientes des firmes du consortium. La méthode de première différence associée à la méthode d'appariement par score de propension indique que les clients des firmes du consortium améliorent leurs ventes de produits innovants, la productivité du travail et la productivité totale des facteurs comparativement aux entreprises, n'entretenant pas les relations commerciales avec les firmes du consortium. En comparant les grandes firmes et les petites firmes, ils constatent que seuls les gros clients profitent des externalités pécuniaires (via les transactions commerciales).

Contrairement à [Nishimura et Okamuro \(2016\)](#) qui évaluent les effets indirects via *les relations commerciales*, [Garone et al. \(2014\)](#) se concentrent sur la *proximité géographique* pour évaluer les effets indirects d'une politique de cluster au Brésil sur trois variables de résultat : la croissance d'emploi, la valeur totale des exportations et la probabilité d'exporter. Afin de mesurer les effets indirects générés par cette politique, les auteurs supposent que la proximité géographique au sein d'un secteur (industrie) constitue le principal canal par lequel se produisent des externalités et considèrent la municipalité comme une variable proxy de la zone de localisation de la politique où il y'a un nombre positif de bénéficiaires directs dans la même industrie. Les résultats obtenus via la combinaison d'un modèle à effets fixes et les méthodes de repondération appliquée sur les données de panel (2002-2009) indiquent un effet indirect négatif de court terme sur l'emploi dans la première année après l'implémentation de la politique et un effet indirect positif de moyen et long terme sur les variables d'exportation. Les résultats soulignent aussi l'importance de prendre en compte les périodes de timing et de gestation de l'impact sur la performance des entreprises quand il s'agit d'évaluer les politiques de cluster. De même que l'étude précédente, [Di Gennaro et Pellegrini \(2017\)](#) se focalisent sur la dimension géographique et considèrent la municipalité comme zone d'influence de la politique afin d'évaluer et d'analyser les effets indirects des politiques publiques de R&D sur les dépenses de R&D des entreprises. Pour cela, ils proposent un cadre pour l'inférence causale en présence d'interactions spatiales au sein d'un nouveau modèle de différence-en-différences spatiale hiérarchique. En d'autres termes, ils utilisent une méthode qui permet de modéliser la présence des interférences spatiales dans un cadre de différence-en-différence. En

outre, l'innovation majeure de cette approche consiste en la possibilité d'évaluer les effets indirects différenciés entre traités et contrôles. En appliquant cette approche sur un échantillon de 2389 entreprises dont 145 traitées, observées sur la période 2007 - 2013, les estimations montrent les effets indirects positifs et significatifs sur les bénéficiaires directs et les effets indirects négatifs et significatifs sur les bénéficiaires indirects. Comme nous pouvons le constater, la mesure des effets indirects des politiques d'innovation en général et des politiques d'innovation de type transfert science-industrie en particulier, a connu très peu d'attention. Il est donc très difficile de tirer des conclusions définitives. On peut néanmoins soulever quelques remarques non négligeables. La première remarque est inhérente à la méthodologie. La méthode d'évaluation semble ne pas être robuste pour l'étude de [Nishimura et Okamuro \(2016\)](#). En effet, ces auteurs utilisent la méthode de première différence pour estimer l'effet indirect du traitement. Cette méthode consiste à faire la différence entre les performances des entreprises bénéficiaires indirectes et des entreprises de contrôle. Cela signifie que cette méthode ne contrôle pas pour les variables inobservées stables dans le temps susceptibles d'impacter le traitement et les performances des entreprises. Par ailleurs, cette étude évalue les effets indirects 10 ans après le traitement, ce qui peut laisser penser que d'autres facteurs pourraient être intervenus notamment un choc annuel, pour expliquer les variations des variables de résultat. Or, dans la spécification de leur modèle, ces auteurs ne prennent pas en compte les effets fixes annuels, ce qui rend leur modèle d'évaluation peu robuste. Ces critiques sont prises en considération dans les études de [Di Gennaro et Pellegrini \(2017\)](#) qui ont spécifié un modèle de différence-en-différence qui permet de contrôler pour l'hétérogénéité, les effets fixes temporels et les facteurs constant dans le temps. La deuxième remarque porte sur les résultats d'analyse. Étant donné qu'il existe à notre connaissance, une seule étude d'évaluation des effets indirects des dispositifs de type transfert science-industrie, il est difficile de généraliser les résultats d'estimation sur l'impact indirect spécifique aux politiques d'innovation basées sur les relations science-industrie. Néanmoins, si l'on s'en tient aux résultats d'analyse sans distinction du type de politique d'innovation, on peut noter que sur le peu d'études existantes, les résultats tendent à montrer une additionnalité sur les performances socio-économiques des entreprises bénéficiaires indirectes et ce, quelle soit la voie par laquelle les spillovers se diffusent (voir les travaux de [Nishimura et Okamuro 2016](#); [Garone et al., 2014](#) et [Di Gennaro et Pellegrini, 2017](#)). Il convient de préciser que le nombre d'études empiriques disponibles n'est pas assez élevé pour confirmer cette observation. Cependant, tout porte à croire que l'on observerait une additionnalité plutôt sur les performances socio-économiques. Par ailleurs, l'analyse de la dynamique des effets indirects semble montrer que ces effets n'apparaissent pas directement après le traitement mais quelques années plus tard. Il existerait donc un décalage temporel entre le traitement et l'apparition des effets indirects. La troisième remarque concerne les canaux de transmission des effets indirects. La littérature empirique fait ressortir au moins deux voies par lesquelles les

effets indirects peuvent se produire : les relations commerciales entre entreprises traitées et entreprises non-traitées (Nishimura et Okamuro 2016) et la proximité spatiale (Di Genaro et Pellegrini 2017 et Garone et al., 2014) qui n'est pas un canal de transmission à proprement dit mais plutôt un facilitateur de plusieurs types d'interactions possibles.

3.3 Stratégie économétrique d'évaluation

Cette section vise à présenter la méthodologie permettant d'évaluer l'effet indirect causal de l'IRT Nanoelec sur les variables financières et d'emploi des PME. Plus spécifiquement, cette étude d'impact repose sur trois indicateurs financiers (chiffre d'affaires net, capitaux propres et autonomie financière) et sur trois indicateurs d'emploi (emploi total, nombre de cadres et part de cadres).

Ces variables ont été choisies principalement pour au moins quatre raisons. La première raison est inhérente à la littérature empirique sur la mesure des effets indirects des politiques d'innovation. Sur le peu d'études existantes, la plupart des travaux empiriques se concentrent sur la performance socio-économique (voir les travaux de Garone et al., 2014 ; Nishimura et Okamuro 2016 ; Castillo et al. 2014 ; etc.). Ainsi, le fait de choisir ces variables pourrait nous permettre de mieux comparer nos résultats à ceux de la littérature. La deuxième raison est relative aux IRT. En fait, les IRT sont fondés sur les plateformes qui ont pour vocation d'accélérer le transfert de l'innovation dans les entreprises et par voie de conséquence de réduire le temps de passage de la R&D à la production industrielle et de la production aux performances économiques des entreprises. La troisième raison est inhérente aux mécanismes de transmission des effets indirects. Dans la revue de littérature théorique, nous avons montré que les effets indirects peuvent affecter les performances socio-économiques des entreprises notamment via les transactions commerciales (liens fournisseurs-clients) et via le marché du travail qualifié. La quatrième raison est relative au chapitre précédent. Le fait de choisir les mêmes variables que celles du chapitre précédent va permettre non seulement de faire une comparaison entre les effets directs et les effets indirects mais aussi à calculer l'effet total de la politique. Nous définissons *l'effet indirect* comme étant l'impact de l'IRT sur les entreprises qui n'ont pas directement bénéficié des actions de l'IRT mais qui de part leur proximité géographique avec l'IRT et de part leurs interactions avec les entreprises bénéficiaires locales, sont susceptibles de bénéficier des retombées probables. Ces entreprises sont appelées "*bénéficiaires indirects*". Dans le cadre de l'évaluation ex-post des effets indirects, le principal challenge dans le design de l'évaluation est d'identifier le groupe de bénéficiaires indirects et le groupe témoin approprié (Angelucci et Maro, 2015). Il faut surtout s'assurer que le groupe de bénéficiaires indirects corresponde bien aux entreprises non-traitées, qui sont effectivement susceptibles d'être affectées par les effets indirects localisés uni-

quement en raison de leur proximité géographique avec l'IRT en question. En suivant la littérature sur les différents canaux de transmission des effets indirects, les bénéficiaires indirects sont définies dans cette étude sur les critères de proximité géographique et de proximité sectorielle (industrielle). Tout comme dans l'étude de [Garone et al. \(2014\)](#), nous assumons que "la proximité spatiale dans une industrie" est le principal canal de transmission des effets indirects. Dit autrement, nous supposons que les bénéficiaires indirects sont les entreprises qui n'ont pas participé à l'IRT, qui sont locales et qui appartiennent aux mêmes secteurs d'activités que ceux des bénéficiaires directs. Ce canal particulier semble spécifiquement bien convenir à la politique de l'IRT en ce sens que les IRT sont des structures d'aide à l'innovation localisées qui concentrent au même endroit d'importants moyens matériels, techniques et humains, et qui reposent sur des thématiques bien précises. Par conséquent, la concentration de ces différentes ressources au même endroit est susceptible de générer les effets externes pouvant affecter positivement ou négativement les entreprises qui ne sont pas directement impliquées dans les projets de R&D avec l'IRT mais qui sont localisées à proximité de l'IRT et dont les activités de recherche correspondent aux thématiques développées au sein de l'IRT.

Pour mettre en place le dispositif d'évaluation des effets indirects, nous nous inspirons de l'article de [Angelucci et Maro \(2015\)](#) qui porte sur la relation entre l'évaluation des programmes et les effets de spillover. Considérons deux paramètres d'intérêt : (1) les entreprises qui peuvent être traitées ($E = 1$) ou non ($E = 0$) et (2) les zones ou aires géographiques dans lesquelles les politiques (IRT) ont été implémentées. Il peut donc y avoir des zones traitées ($Z = 1$, c'est-à-dire l'économie locale dans laquelle la politique a été mise en œuvre) et des zones non-traitées ($Z = 0$). En ce qui concerne les zones, une question peut se poser sur le niveau de l'aire géographique optimale permettant de mieux observer les effets indirects. Dans cette étude, nous supposons que notre zone géographique est au niveau des départements. Ce choix est guidé par de nombreuses études empiriques réalisées en France à l'échelle départementale qui semblent montrer que les effets externes seraient contenus au niveau des départements (voir les travaux d'[Autant-Bernard et Massard, 2004](#) ; [Massard et Riou, 2003](#)). Ainsi, seront considérées comme zones traitées, le département de l'Isère, correspondant au département hébergeant l'IRT Naneoec. Les zones non-traitées sont l'ensemble des autres départements du territoire national, y compris ceux qui abritent les 7 autres IRT français. Le choix d'inclusion des autres départements IRT est lié au fait que les IRT sont fondamentalement différents et appartiennent à des secteurs d'activité différents. Sachant que le secteur d'activité est une des variables de contrôle, on ne saurait donc trouver une PME dont l'activité est inhérente à plus d'un IRT et par conséquent, il sera impossible de trouver parmi les PME de contrôle, celles appartenant aux autres IRT.

Étant donné que les départements "traités" et les départements "non-traités" ne sont

pas choisis de manière aléatoire, il est fort probable que ces deux groupes de départements possèdent des caractéristiques observables ou non susceptibles d'impacter à la fois la performance des entreprises qui y sont localisées et la participation à l'IRT. Dans ce contexte, un échantillon de départements non-traités ($Z = 0$) ne serait pas nécessairement comparable à un échantillon de départements traités ($Z = 1$). Par conséquent, les bénéficiaires indirects pourraient enregistrer des performances différentes de celles des entreprises de contrôle même en absence de l'IRT et ce, à cause de l'hétérogénéité départementale. C'est pourquoi il est important de sélectionner les *départements de contrôle* c'est-à-dire les départements non traités suffisamment similaires au département traité. De même, les entreprises indirectement "traitées" et les entreprises "non-traitées" n'étant pas sélectionnées aléatoirement, la comparaison directe entre ces deux groupes d'entreprises conduirait à des résultats biaisés en raison du problème de biais de sélection (Garone et al., 2014). Par conséquent, les bénéficiaires indirects pourraient enregistrer des performances différentes de celles des entreprises de contrôle même en absence de l'IRT et ce, à cause de l'hétérogénéité individuelle des entreprises. Tout ceci implique donc que le groupe d'entreprises non-directement bénéficiaires dans les départements "traités" ($E = 0, Z = 1$) ne peut pas être directement comparé au groupe d'entreprises non-directement bénéficiaires localisées dans les "départements" non-traités ($E = 0, Z = 0$) à cause de ces différentes hétérogénéités qui sont susceptibles d'affecter à la fois les variables de résultat et la participation à l'IRT. Comparer ces deux groupes d'entreprises conduirait donc directement à des résultats d'estimation biaisés.

Afin de contrôler pour les variables observables ou non aussi bien au niveau des entreprises qu'au niveau départemental susceptibles d'influencer les performances des entreprises et la participation à l'IRT, il est traditionnellement recommandé de mettre en œuvre les méthodes d'appariement afin de sélectionner les unités de contrôle. Dans le cas d'espèce, l'appariement doit se faire à deux niveaux : au niveau des départements afin de sélectionner les départements "non-traités" ayant des profils similaires à celui des départements "traités" c'est-à-dire l'Isère et, au niveau des entreprises afin de sélectionner les entreprises de contrôle localisées dans les départements de contrôle. Il est de coutume de sélectionner les unités de contrôle à l'aide des méthodes classiques d'appariement qui reposent sur les outils statistiques qui nécessitent une taille de l'échantillon suffisante. Or, dans le cas des départements de contrôle, il nous est impossible d'utiliser ces méthodes car il existe un seul département traité qu'est l'Isère. Dans ce contexte, les méthodes de classification semblent appropriées afin de constituer les groupes homogènes de départements. Ainsi, les départements de contrôle sont ceux faisant partie du même groupe que l'Isère.

La combinaison de nos paramètres d'intérêt (E, Z) permet d'obtenir 4 groupes d'entreprises :

(1) $E=1, Z=1$: les entreprises traitées et localisées dans les zones traitées.

- (2) $E=1, Z=0$: les entreprises traitées et localisées dans les zones de contrôle.
- (3) $E=0, Z=1$: les entreprises de contrôle et localisées dans les zones traitées.
- (4) $E=0, Z=0$: les entreprises de contrôle et localisées dans les zones de contrôle.

Dans notre cadre d'étude, on estime l'effet indirect du traitement (EIT) en comparant les entreprises non-bénéficiaires de l'IRT localisées dans les zones de traitement (3) avec celles qui sont non-bénéficiaires localisées dans les zones de contrôle (4). Supposons que les variables Y_0 et Y_1 soient respectivement les résultats potentiels en absence et en présence du traitement. Si les hypothèses "CIA ³" et "SUTVA" sont vérifiées, alors l'effet indirect du traitement est donné par l'équation suivante :

$$EIT = E(Y_1 - Y_0 / E = 0, Z = 1, P(X)) = E(Y/E=0, Z=1, P(X)) - E(Y/E=0, Z=0, P(X))$$

Avec $P(X)$ le score de propension.

Notre évaluation d'impact repose sur la méthode de différence-en-différence appariée avec les effets fixes appliquée sur les données de panel. L'avantage de cette méthode est qu'elle prend en compte les facteurs invariants dans le temps non-observables, tels que les caractéristiques fixes individuelles et les effets de tendance (Bellucci et al., 2018) qui sont souvent source d'endogénéité et de biais de sélection. La spécification pour chaque unité i appartenant dans n'importe quel groupe est donnée par :

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 EIT_{it} + c_i + \theta_t + \varepsilon_{it} \quad (3.1)$$

où i représente l'individu statistique et t l'année. Dans notre étude, les individus statistiques sont les entreprises indirectement traitées ou non qui sont observées sur la période 2008 - 2016. Le paramètre θ_t représente une variable indicatrice permettant de prendre en considération les effets fixes annuels notamment les effets de la crise financière, qui peuvent avoir une influence sur les performances des entreprises. Cette spécification inclut aussi l'effet individuel c_i contrôlant ainsi pour toutes les caractéristiques inobservables au sein de l'entreprise qui ne changent pas avec le temps mais qui peuvent avoir un impact sur les variables de résultat de l'entreprise. L'introduction de ce paramètre est très utile car il permet de traiter partiellement les problèmes de sélection et d'endogénéité. Dans cette composante, on pourrait facilement trouver les stratégies de l'entreprise, l'intelligence des dirigeants, le mode d'organisation de l'entreprise, etc. On fait donc l'hypothèse que ces variables inobservables sont stables dans le temps et spécifiques à chaque entreprise. EIT_{it} : représente l'effet indirect du traitement. C'est

3. Conditional Independence Assumption

la variable de traitement qui prend la valeur 1 si l'entreprise i fait partie du groupe de référence, à l'année t et 0 sinon. Y_{it} : représente les variables de résultat de l'entreprise i au temps t . ε_{it} : un terme de perturbation aléatoire. β_1 : est notre paramètre d'intérêt, il mesure l'effet indirect moyen de l'IRT sur les indicateurs de performance des entreprises. La procédure d'estimation est effectuée en deux étapes : La première étape consiste à estimer le score de propension sur la base des caractéristiques observables des entreprises en l'année de référence. Étant donné que l'IRT Nanoelec a été créé en 2012, nous avons choisi 2011 comme année de référence. Ce choix est guidé par la littérature de l'évaluation où les auteurs choisissent toujours l'année avant le traitement comme année de référence (voir les travaux de [Garone et al., 2014](#) ; [Di Gennaro et Pellegrini, 2017](#) ; etc.). Dans la deuxième étape, nous avons tout simplement estimé l'équation (1) grâce à l'estimateur à effets fixes afin d'identifier l'impact indirect moyen de l'IRT sur les variables financières et d'emploi des petites et moyennes entreprises (PMEs). Une distinction peut être faite entre l'effet moyen permanent et l'effet moyen annuel car la littérature montre que les effets indirects n'apparaissent pas immédiatement après le traitement mais seulement quelques années après le traitement (voir les travaux de [Castillo et al. 2014](#)).

3.4 Données et variables de résultat

Cette étude empirique utilise les données de panel observées sur la période 2008 - 2016 pour les variables financières et 2008 - 2015 pour les variables d'emploi. Le choix de ces périodes d'étude est justifié par la disponibilité des données. Notre étude d'impact est fondée sur une base de données originale provenant de plusieurs sources de données (IRT Nanoelec, DIANE, DADS, EuroLIO). Notre base initiale constituée de 2336 PMEs est la même base que celle du chapitre précédent portant sur l'évaluation des effets directs des PMEs. Le *groupe de bénéficiaires indirects* est constitué en sélectionnant dans cette base, toutes les PMEs localisées dans le département de Isère (département traité) et appartenant aux mêmes secteurs d'activité que ceux des entreprises "traitées" de notre échantillon (cf chapitre précédent) et, en supprimant toutes celles qui ont bénéficié des actions de l'IRT Nanoelec. Cette opération conduit à une base de 223 entreprises.

Les variables de résultat sont similaires à celles du chapitre précédent.

3.5 Résultats

Cette section présente les résultats de l'analyse des effets indirects de la plateforme technologique encadrée par l'IRT Nanoelec sur les PME, en y incluant les résultats d'appariement, les résultats de la méthode de différence-en-différence et les tests de robustesse afin de corroborer les résultats obtenus. Deux types d'effets indirects sont estimés et présentés dans cette section : *l'effet indirect permanent et l'effet indirect annuel*. L'effet indirect permanent mesure l'effet indirect moyen de l'IRT sur toute la période 2012-2016 c'est-à-dire du début du traitement (en 2012) jusqu'à la fin de la disponibilité des données (2016). Quant à l'effet indirect annuel, il mesure tout simplement pour chaque année à partir de 2012, l'effet indirect de l'IRT sur les entreprises.

3.5.1 Sélection des entreprises de contrôle : Appariement

Dans cette étude, les départements de contrôle ont été sélectionnés sur la base d'une étude de typologie des départements réalisée par [Eurolio \(2018\)](#). A partir d'une trentaine de variables observées en 2011 permettant de mesurer le niveau de population, de qualification et de vie ; la situation économique et d'emploi ; les caractéristiques territoriales (situation géographique, agglomération et attractivité) et la capacité d'absorption des connaissances, les départements ont été classifiés à l'aide de deux méthodes de classification, la classification ascendante hiérarchique et la méthodes des centres mobiles. C'est ainsi que quatre profils généraux des départements ont pu être définis : *"Ouest parisien"*, les *"départements métropoles"*, les *"départements intermédiaires"* et les *"départements à dominante d'activités de production et agricoles"*. Notre département traité fait parti de la classe des *"départements métropoles"* qui contient 17 départements y compris l'Isère. Par conséquent, nous avons 16 départements de contrôle suivants : Alpes-Maritimes (6), Bouches-du-Rhône (13), Haute-Garonne (31), Gironde (33), Hérault (34), Loire-Atlantique (44), Nord (59), Pas-de-Calais (62), Bas-Rhin (67), Rhône (69), Seine-Maritime (76), Seine-et-Marne (77), Essonne (91), Seine-Saint-Denis (93), Val-de-Marne (94) et Val-d'Oise (95). Afin d'éviter l'impact d'une éventuelle externalité trans-départementale venant du département traité susceptibles d'affecter les entreprises de contrôle, nous avons supprimé les départements limitrophes, en l'occurrence le 69 (Rhône) et nous avons sélectionné toutes les PME localisées dans les départements de contrôle restants. Cette opération conduit à identifier 401 entreprises de contrôle potentielles. La répartition de ces entreprises est présentée dans le tableau 3.1. Les numéros des départements qui n'apparaissent pas dans le tableau 3.1 sont les départements dont aucune PME n'a pu être identifié dans notre base de données.

TABLE 3.1 — Distribution des entreprises de contrôle en fonction des départements de contrôle

Numéro des départements	13	31	33	34	44	59	67	76	91	93	94
Nombre d'entreprises	388	1	1	1	1	1	1	1	3	2	1

On constate que les entreprises sont inégalement réparties entre les départements de contrôle. Plus précisément, elles sont fortement concentrées à 97% dans le département des Bouches-du-Rhône (13). La question qui se pose est celle de savoir si les 401 entreprises peuvent représenter un groupe de contrôle valide. La réponse à cette question réside dans le tableau 3.2 qui regroupe les résultats de comparaison entre le groupe de bénéficiaires indirects et le groupe de contrôle potentiel. L'analyse de ce tableau indique clairement que le groupe de 401 entreprises de contrôle potentielles ne peut être utilisé comme groupe contrefactuel dans la mesure où ce dernier est statistiquement différent du groupe de référence. Par conséquent, il convient d'effectuer l'appariement afin de sélectionner parmi les 401 entreprises, celles qui sont statistiquement identiques aux bénéficiaires indirects. Pour ce faire, nous avons utilisé la méthode d'appariement du plus proche voisin afin de constituer le groupe de contrôle. Il est très souvent recommandé de sélectionner plus d'une entreprise de contrôle par entreprise bénéficiaire indirecte. Dans ce cas d'espèce, il nous est impossible de mettre en œuvre cette recommandation en raison de la faible taille de l'échantillon des entreprises de contrôle potentielles. On se contente donc de sélectionner pour chaque bénéficiaire indirect, la meilleure entreprise de contrôle, ce qui fait un échantillon total 446 entreprises (223 bénéficiaires indirects et 223 entreprises de contrôle). La qualité de l'appariement a été évaluée grâce au test d'équilibrage ("balancing tests"), qui consiste à comparer en termes de caractéristiques et de performance, les entreprises de référence aux entreprises de contrôle avant et après l'appariement (voir les *tableaux* 3.2 et 3.3).

Le tableau 3.3 présente les résultats de comparaison entre les entreprises de référence et les entreprises de contrôle, après l'appariement. Les tests de différence des moyennes/proportions montrent que les deux groupes sont significativement identiques, au regard de l'ensemble des caractéristiques et des variables de résultat. Ces résultats laissent penser que l'appariement est de bonne qualité.

TABLE 3.2 – Comparaison entre le groupe de référence et le groupe de contrôles potentiels avant l'appariement.

	Groupe de référence	Groupe de contrôle potentiel	
Caractéristiques	Moyenne ou proportions	Moyenne ou proportions	Test de différence
Chiffre d'affaires	1 991 841	1 847 885	143 956
Capitaux propres	583 778	644 292	-60 514
Autonomie financière	28,34	21,66	6,68***
Emploi total	15,8	15,16	0,64
Nombre de cadres	2,96	3,3	-0,34
Part de cadres	0,114	0,143	-0,029**
Part entreprises CIR	0,107	0,114	-0,007
Crédit Impôt Recherche	39654	86557	-46903
Age	21,58	19,32	2,26***
Typologie			
TPE	0,6188	0,6608	-0,042
PME	0,755	0,44	0,042
Secteurs d'activité			
Secteurs les plus fréquents	0,6817	0,6035	0,0782**
Secteurs les moins fréquents	0,3183	0,3965	-0,0782**
Nombre d'entreprises	223	401	Total = 624

Notes : Les signes ***, ** et * correspondent respectivement aux coefficients statistiquement significatifs au niveau 1%, 5% et 10%.

TABLE 3.3 – Comparaison entre le groupe de référence et le groupe de contrôle après l'appariement.

	Groupe de référence	Groupe de contrôle	
Caractéristiques	Moyenne ou proportions	Moyenne ou proportions	Test de différence
Chiffre d'affaires	1 991 841	1 919 983	71 858
Capitaux propres	583 778	708 159	-124 381
Autonomie financière	28,34	27,78	0,56
Emploi total	15,8	14,77	1,03
Nombre de cadres	2,96	3,2	-0,24
Part de cadres	0,114	0,107	0,007
Part entreprises CIR	0,107	0,094	0,013
Crédit Impôt Recherche	39 654	121 906	-82 252
Age	21,58	20,58	1
Typologie			
TPE	0,62	0,65	-0,03
PME	0,38	0,35	0,03
Secteurs d'activité			
Secteurs les plus fréquents	0,68	0,7	0,02
Secteurs les moins fréquents	0,32	0,3	0,02
Nombre d'entreprises	223	223	Total = 446

Notes : Les signes ***, ** et * correspondent respectivement aux coefficients statistiquement significatifs au niveau 1%, 5% et 10%.

3.5.2 Effet indirect permanent sur les performances des PME non-bénéficiaires

Les résultats d'analyse de l'évaluation d'impact indirect permanent de l'IRT sont regroupés dans le tableau 3.4. Pour chaque indicateur de performance, nous présentons le nombre d'observations, le nombre de bénéficiaires indirects, le nombre d'entreprises

contrefactuelles et l'effet indirect permanent estimé. L'analyse des résultats indique que l'IRT Nanoelec n'a aucun effet aussi bien sur les variables financières que sur les variables d'emploi des bénéficiaires indirects. Cette absence de résultats pourrait s'expliquer au moins par deux raisons : La première raison possible est que les bénéficiaires indirects n'ont pas été bien définis et constitués. En d'autres termes, le canal de transmission des effets indirects n'est pas pertinent pour permettre d'observer les effets indirects. La deuxième raison est inhérente à un problème d'hétérogénéité. Étant donné que la taille de l'échantillon des entreprises de contrôle est égale à celle de l'échantillon des bénéficiaires indirects, il est possible que les performances d'une ou plusieurs entreprises varient fortement au point d'engendrer un biais dans les résultats. Dans ce contexte, nous redéfinissons les bénéficiaires indirects en augmentant le nombre de similarités entre les bénéficiaires directs et les bénéficiaires indirects. Au-delà de la proximité géographique et sectorielle, nous supposons que les bénéficiaires indirects sont les entreprises non-directement traitées qui possèdent des caractéristiques similaires en termes de caractéristiques et de performances socio-économiques à celles des bénéficiaires directs. Pour constituer le nouvel échantillon de bénéficiaires indirects, nous faisons un appariement entre les bénéficiaires directs et les bénéficiaires indirects potentiels. Pour cela, la méthode du plus proche voisin est utilisée ici pour sélectionner pour chaque bénéficiaire direct, les trois meilleurs bénéficiaires indirects similaires. Les résultats affichés dans le tableau 3.5 montrent que notre nouvel échantillon de bénéficiaires indirects est constitué de 90 entreprises non-directement traitées qui ressemblent en tous points aux bénéficiaires directs. Afin de constituer l'échantillon des entreprises de contrôle, nous appliquons la même procédure d'appariement que celle décrite dans la *section 3.5.1* en sélectionnant pour chaque bénéficiaire indirect, les deux meilleures entreprises de contrôle. Les résultats regroupés dans les tableaux 3.6 et 3.7 indiquent que notre échantillon total de 270 entreprises (90 bénéficiaires indirects et 180 entreprises de contrôle).

TABLE 3.4 – L'effet indirect permanent de l'IRT sur les performances des PME - Résumé des résultats de l'évaluation d'impact indirect

Variables de résultat		Variables de résultat	
Variables financières	Effets estimés	Variables d'emploi	Effets estimés
Chiffre d'affaires		Emploi total	
	41 113		-0,524
<i>Effet moyen permanent</i>	(145 062)	<i>Effet moyen permanent</i>	(0,772)
Capitaux propres		Nombre de cadres	
	-11 197		-0,433
<i>Effet moyen permanent</i>	(87 850)	<i>Effet moyen permanent</i>	(0,410)
Autonomie financière		Part des cadres	
	-0,509		-0,003
<i>Effet moyen permanent</i>	(1,386)	<i>Effet moyen permanent</i>	(0,009)
Période d'étude	2008 - 2016		2008 - 2015
<i>Nombre d'observations</i>	4014		2864
Nombre de firmes traitées/ de contrôle	223/223		179/179

Notes : Les signes ***, ** et * correspondent respectivement aux coefficients statistiquement significatifs au niveau 1%, 5% et 10%. Les erreurs-types entre parenthèses sont robustes à la fois à l'hétéroscédasticité et à l'autocorrelation.

TABLE 3.5 – Comparaison entre le groupe de bénéficiaires directs et le groupe de bénéficiaires indirects après l'appariement : Constitution du groupe de référence.

	Entreprise IRT	Entreprises hors IRT locales	
Caractéristiques	Moyenne ou proportions	Moyenne ou proportions	Test de différence
Chiffre d'affaires	5 088 879	3 401 237	1 687 642
Capitaux propres	2 404 542	892 972	1 511 570
Autonomie financière	40,02	33,55	6,47
Emploi total	38,1	24,4	13,7
Nombre de cadres	9,5	4,6	4,9
Part de cadres	0,19	0,16	0,03
Crédit Impôt Recherche	725788	444263	281525
Age	22,3	21,7	0,6
Typologie			
TPE	0,167	0,245	-0,078
PME	0,833	0,755	0,078
Secteurs d'activité			
Secteurs les plus fréquents	0,83	0,8	0,03
Secteurs les moins fréquents	0,17	0,8	-0,03
Nombre d'entreprises	30	90	Total = 120

Notes : Les signes ***, ** et * correspondent respectivement aux coefficients statistiquement significatifs au niveau 1%, 5% et 10%.

TABLE 3.6 – Comparaison entre le groupe de référence et le groupe de contrôles potentiels .

	Groupe de référence	Groupe de contrôles potentiels	
Caractéristiques	Moyenne ou proportions	Moyenne ou proportions	Test de différence
Chiffre d'affaires	3 401 237	1 847 885	1 553 352***
Capitaux propres	892 972	644 292	248 680
Autonomie financière	33,55	21,66	11,88***
Emploi total	24,4	15,16	9,24***
Nombre de cadres	4,6	3,3	1,33
Part de cadres	0,168	0,143	0,025
Part entreprises CIR	0,177	0,114	0,063
Crédit Impôt Recherche	78980	86557	-7577
Age	21,7	19,32	0,81
Typologie			
TPE	0,245	0,66	-0,42***
PME	0,755	0,44	0,42***
Secteurs d'activité			
Secteurs les plus fréquents	0,8	0,67	0,13**
Secteurs les moins fréquents	0,2	0,33	-0,13**
Nombre d'entreprises	90	401	Total = 491

Notes : Les signes ***, ** et * correspondent respectivement aux coefficients statistiquement significatifs au niveau 1%, 5% et 10%.

TABLE 3.7 – Comparaison entre le groupe de référence et le groupe de contrôles après l'appariement.

	Groupe de référence	Groupe de contrôle	
Caractéristiques	Moyenne ou proportions	Moyenne ou proportions	Test de différence
Chiffre d'affaires	3 401 237	3 568 695	-167 458
Capitaux propres	892 972	827 810	65 162
Autonomie financière	33,55	27,88	5,66
Emploi total	24,4	28,44	-4,04
Nombre de cadres	4,6	6,56	-1,93
Part de cadres	0,168	0,78	-0,612
Part entreprises CIR	0,177	0,183	-0,006
Crédit Impôt Recherche	78 980	182 016	-103 036
Age	21,7	20,62	1,11
Typologie			
TPE	0,245	0,273	-0,028
PME	0,755	0,727	0,028
Secteurs d'activité			
Secteurs les plus fréquents	0,8	0,8	0
Secteurs les moins fréquents	0,2	0,2	0
Nombre d'entreprises	90	180	Total = 270

Notes : Les signes ***, ** et * correspondent respectivement aux coefficients statistiquement significatifs au niveau 1%, 5% et 10%.

Les nouveaux résultats d'estimation montrent que l'IRT Nanoelec a des effets positifs sur les variables financières et aucun effet sur les variables d'emploi des bénéficiaires indirects (voir *tableau 3.8*).

En ce qui concerne les variables financières, les estimations montrent la présence d'un effet de spillover positif et significatif sur le chiffre d'affaires net et l'autonomie financière des PME. Plus précisément, le chiffre d'affaires et l'autonomie financière des entreprises

de contrôle localisées dans le département de l'Isère ont augmenté respectivement, de 449 047 euros et de 2,782 comparativement aux entreprises de contrôle localisées dans les départements de contrôle. En d'autres termes, les entreprises de contrôle bénéficient des effets de débordement positifs au niveau du chiffre d'affaires et de l'autonomie financière, en raison de leur proximité géographique avec l'IRT Nanoelec. Cela laisse penser que la concentration des activités et des infrastructures de l'IRT Nanoelec génère les effets de débordement positifs qui profitent aux entreprises de contrôle localisées dans le département traité qu'est l'Isère. Ces résultats semblent être conformes avec l'un des fondements des politiques d'innovation de type science-industrie qui consiste à générer les effets positifs au-delà des bénéficiaires directs pour atteindre les bénéficiaires indirects. Par ailleurs, on observe un effet indirect non-significatif et négatif sur les capitaux propres des entreprises de contrôle. Ce résultat pourrait s'expliquer par des effets de concurrence sur les apports en capitaux entre les bénéficiaires et les non-bénéficiaires. Les résultats sur le chiffre d'affaires net semblent être cohérents avec la littérature, notamment avec les travaux de [Nishimura et Okamuro \(2016\)](#) qui ont trouvé un effet additionnel indirect sur la vente des produits innovations et sur les autres indicateurs de performance à savoir la productivité du travail et la productivité totale des facteurs.

Quant aux variables d'emploi, aucun effet indirect significatif n'est trouvé dans notre étude d'impact. Toutefois, on note un effet positif non-significatif sur la part des cadres. Ce résultat pourrait s'expliquer par le fait que nous ne disposons pas de recul temporel assez important pour observer les effets. Or, les effets sur les variables d'emploi sont généralement observés dans un horizon de long terme. Dans l'étude [Castillo et al. \(2014\)](#), les auteurs ont identifié un effet causal indirect sur l'emploi et le salaire avec un recul temporel assez important d'environ 15 ans (1995-2010). Il convient de préciser que l'absence d'effets permanents sur les variables d'emploi dans notre étude d'impact ne signifie pas qu'il n'y a aucun effet. Il pourrait y avoir un effet annuel, raison pour laquelle il serait intéressant de voir comment cet effet se décompose annuellement.

TABLE 3.8 – L'effet indirect permanent de l'IRT sur les performances des PME - Résumé des résultats de l'évaluation d'impact indirect

Variables de résultat		Variables de résultat	
Variables financières	Effets estimés	Variables d'emploi	Effets estimés
Chiffre d'affaires		Emploi total	
	449 047***		-0,198
<i>Effet moyen permanent</i>	(172 825)	<i>Effet moyen permanent</i>	(0,924)
Capitaux propres		Nombre de cadres	
	-29 832		-0,079
<i>Effet moyen permanent</i>	(90 779)	<i>Effet moyen permanent</i>	(0,313)
Autonomie financière		Part des cadres	
	2,782*		0,005
<i>Effet moyen permanent</i>	(1,446)	<i>Effet moyen permanent</i>	(0,010)
Période d'étude	2008 - 2016		2008 - 2015
<i>Nombre d'observations</i>	2430		2016
Nombre de firmes traitées/ de contrôle	90/180		84/168

Notes : Les signes ***, ** et * correspondent respectivement aux coefficients statistiquement significatifs au niveau 1%, 5% et 10%. Les erreurs-types entre parenthèses sont robustes à la fois à l'hétéroscédasticité et à l'autocorrelation.

3.5.3 Effet indirect annuel sur les performances des PME non-bénéficiaires

Tout comme dans l'analyse des effets indirects permanents, les résultats d'estimation obtenus avec l'échantillon initial de bénéficiaires indirects révèlent que l'IRT Nanoelec n'a aucun effet aussi bien sur les variables financières que les variables d'emploi (voir le [tableau 3.9](#)) quelle que soit l'année considérée. Cependant, les résultats d'estimation obtenus avec le nouvel échantillon de bénéficiaires indirects montrent la présence des effets additionnels (voir le [tableau 3.10](#)). Les colonnes 1 à 5 représentent respectivement les années allant de 2012 à 2016. Les effets annuels estimés se limitent à 2015 pour les variables d'emploi en raison de l'indisponibilité des données. Cela explique ainsi la différence du nombre d'observations entre les variables d'emploi et les variables financières. En ce qui concerne les variables financières, on constate que les effets annuels restent focalisés sur les mêmes indicateurs de performance que ceux des effets permanents. Les résultats d'estimation semblent indiquer la présence des effets de débordement locaux qui affectent positivement le chiffre d'affaires net et l'autonomie financière des PME. Autrement dit, l'IRT Nanoelec a un effet additionnel sur le chiffre d'affaires net et l'autonomie financière des PME non-bénéficiaires des actions de l'IRT mais localisées à proximité de cet IRT. Par ailleurs, la dynamique des effets montre que ces impacts indirects se foca-

lisent sur les années 2015 et 2016 pour le chiffre d'affaires net et uniquement sur l'année 2016 pour l'autonomie financière. Cela signifie que les effets indirects n'apparaissent pas directement après le traitement ([Castillo et al. 2014](#)). Plus précisément, les entreprises de contrôle localisées dans l'Isère (c'est-à-dire les entreprises de référence ou encore les entreprises bénéficiaires indirectes) ont vu leur chiffre d'affaires augmenter significativement de 458 262 euros et de 525 061 euros correspondant respectivement aux années 2015 et 2016, comparativement aux entreprises de contrôle localisées dans les départements de contrôle. De même, les entreprises de contrôle localisées dans l'Isère ont vu leur autonomie financière augmenter significativement de 4,944 en 2015, comparativement aux entreprises de contrôle localisées dans les départements de contrôle. Par ailleurs, on constate aussi que ces effets ont une tendance croissante à partir de 2015, ce qui représente une bonne nouvelle pour la politique de l'IRT dans la mesure où non seulement les effets perdurent dans le temps mais aussi ils prennent de l'ampleur. Par ailleurs, les résultats sur les effets annuels laissent penser que l'effet permanent trouvé sur le chiffre d'affaires net est fortement influencé par les effets annuels de 2015 et 2016 tandis que celui sur l'autonomie financière est uniquement influencé par l'effet annuel 2016.

Concernant les variables d'emploi, on observe, contrairement aux résultats sur l'effet permanent, un effet indirect négatif en 2012 (année de traitement) sur la part des cadres et un effet indirect positif sur la même variable en 2015. Plus exactement, l'IRT a eu un effet indirect négatif de 0,025 sur la part des cadres pendant la première année de traitement et par la suite un effet indirect positif de 0,019 en 2015 sur la même variable. En revanche, aucun effet indirect significatif n'est identifié pour l'emploi total et le nombre de cadres. L'analyse de la dynamique confirme un décalage temporel sur l'apparition des effets indirects. Ce décalage pourrait être expliqué par le fait que la transmission des connaissances des entreprises traitées aux entreprises non-traitées nécessite les interactions entre les entreprises qui prennent du temps.

TABLE 3.9 – Effet indirect annuel de l'IRT

	(1) 2012	(2) 2013	(3) 2014	(4) 2015	(5) 2016
Variables financières					
Chiffre d'affaires					
	-128 225	-81 435	-50 973	140 518	222 897
<i>Effet annuel</i>	(115 672)	(110 853)	(133 398)	(152 956)	(200 688)
Capitaux propres					
	-204 476	-176 015	126 738	11 791	213 968
<i>Effet annuel</i>	(137 624)	(159 120)	(146 250)	(95 732)	(171 643)
Autonomie financière					
	-1,219	-1,203	-1,155	0,667	1,637
<i>Effet annuel</i>	(1,493)	(1,427)	(1,499)	(1,789)	(2,043)
Nombre observations	4014	4014	4014	4014	4014
Variables d'emploi					
Emploi total					
	-1,070	-0,279	0,105	0,047	
<i>Effet annuel</i>	(0,826)	(0,742)	(0,859)	(1,12)	-
Nombre de cadres					
	-0,097	-0,129	-0,429	-0,334	
<i>Effet annuel</i>	(0,381)	(0,378)	(0,458)	(0,501)	-
Part des cadres					
	0,009	0,005	-0,012	-0,010	
<i>Effet annuel</i>	(0,011)	(0,011)	(0,011)	(0,013)	-
Nombre observations	2864	2864	2864	2864	

Notes : Les signes ***, ** et * correspondent respectivement aux coefficients statistiquement significatifs au niveau 1%, 5% et 10%. Les erreurs-types entre parenthèses sont robustes à la fois à l'hétéroscédasticité et à l'autocorrelation.

TABLE 3.10 – Effet indirect annuel de l'IRT

	(1) 2012	(2) 2013	(3) 2014	(4) 2015	(5) 2016
Variables financières					
Chiffre d'affaires	43 779	-4 602	100 118	458 262*	525 061*
<i>Effet annuel</i>	(145 661)	(138 196)	(190 197)	(238 417)	(299 125)
Capitaux propres	14 041	-8 392	-58 678	-15 509	-6 043
<i>Effet annuel</i>	(67 265)	(84 476)	(107 109)	(117 045)	(145 736)
Autonomie financière	-1,401	-0,288	1,337	2,364	4,944*
<i>Effet annuel</i>	(1,522)	(1,488)	(1,77)	(1,932)	(2,64)
Nombre observations	2340	2340	2340	2340	2340
Variables d'emploi					
Emploi total	-0,487	0,438	-0,181	-0,222	-
<i>Effet annuel</i>	(1,044)	(0,999)	(1,183)	(1,561)	-
Nombre de cadres	-0,290	0,247	-0,297	0,159	-
<i>Effet annuel</i>	(0,353)	(0,342)	(0,429)	(0,452)	-
Part des cadres	-0,025**	0,009	0,008	0,019*	-
<i>Effet annuel</i>	(0,011)	(0,011)	(0,011)	(0,012)	-
Nombre observations	2016	2016	2016	2016	

Notes : Les signes ***, ** et * correspondent respectivement aux coefficients statistiquement significatifs au niveau 1%, 5% et 10%. Les erreurs-types entre parenthèses sont robustes à la fois à l'hétéroscédasticité et à l'autocorrelation.

3.5.4 Synthèse entre l'effet direct et l'effet indirect

Cette synthèse vise à analyser comment l'IRT Nanoelec affecte aussi bien les entreprises bénéficiaires directes que les bénéficiaires indirects. Pour cela, nous allons effectuer non seulement une comparaison entre les effets directs et indirects dans un horizon de court terme, de moyen-long terme et dans un horizon permanent (c'est-à-dire depuis la mise en place du dispositif IRT Nanoelec) mais aussi calculer l'effet total (effet direct + effet indirect) de l'IRT sur les variables de résultat pour lesquelles les deux types d'effets sont identifiés.

Dans un horizon de court terme, les deux catégories de bénéficiaires (directs et indirects) sont affectées par le dispositif IRT. Cet horizon qui correspond essentiellement à la période de traitement, est principalement marqué par un effet négatif sur les variables d'emploi. Plus en détail, l'IRT Nanoelec affecte négativement le nombre de cadres et l'emploi total des bénéficiaires directs.⁴ En ce qui concerne les bénéficiaires directs,

4. Il s'agit principalement des entreprises qui sont restées 2 ou 3 ans dans le dispositif et des entreprises ayant bénéficié d'une collaboration avec un laboratoire du CEA.

l'IRT impacte négativement leur part de cadres. Au vu de ces résultats, il nous est impossible de calculer l'effet total sur les variables d'emploi car l'IRT n'affecte pas les mêmes variables pour les deux types de bénéficiaires. On peut tout de même interpréter le résultat négatif sur le nombre de cadres des bénéficiaires directs qui pourrait s'expliquer par le fait que pendant la période de traitement, les bénéficiaires directs ont un accès à une main d'œuvre qualifiée au sein de l'IRT qui est chargée de conduire les projets de R&D de ces entreprises. Ces dernières n'ont pas jugées nécessaire d'embaucher le personnel qualifié pendant cette période. Quant à l'effet négatif sur les bénéficiaires indirects, l'explication reste peu évidente.

Dans un horizon de moyen-long terme, on identifie les deux effets (directs et indirects) aussi bien sur les variables financières que sur les variables d'emploi. Plus précisément, l'IRT affecte positivement le chiffre d'affaires net, les capitaux propres et l'emploi total des bénéficiaires directs.⁵ Il influence aussi l'emploi total des bénéficiaires directs ayant bénéficié d'une collaboration de R&D avec un laboratoire du CEA. Pour les effets indirects, l'IRT Nanoelec affecte positivement le chiffre d'affaires net, l'autonomie financière et la part des cadres des bénéficiaires indirects. En comparant l'effet direct et l'effet indirect sur le chiffre d'affaires net, on se rend compte que l'ampleur de l'effet direct est plus élevée que celle de l'effet indirect. L'effet total de l'IRT sur le chiffre d'affaires est de 1 200 189 euros (708 528 + 491 661⁶). Les effets directs et indirects positifs sur les variables financières peuvent s'expliquer principalement par les liens fournisseurs-clients (voir *revue de littérature*). L'effet direct sur l'emploi total pourrait s'expliquer par la phase de croissance de l'entreprise qui a besoin de plus de salariés tandis que l'explication de l'effet indirect sur la part des cadres pourrait résider dans la volonté de l'entreprise d'embaucher les personnes qualifiées ayant les compétences de comprendre, d'analyser et d'assimiler les informations de l'environnement externe (échanges avec les bénéficiaires directs, par exemple).

Dans un horizon permanent, l'IRT Nanoelec affecte aussi bien les bénéficiaires directs que les bénéficiaires indirects. Plus en détail, le dispositif IRT impacte positivement toutes les variables financières (chiffre d'affaires net, capitaux propres et autonomie financière) des bénéficiaires directs restés environ 2 à 3 ans dans le dispositif IRT d'une part et d'autre part, les capitaux propres et l'autonomie financière des bénéficiaires directs ayant bénéficié d'une collaboration avec un laboratoire du CEA. En ce qui concerne les bénéficiaires indirects, on note un impact sur le chiffre d'affaires net et l'autonomie financière. La comparaison entre l'effet direct et l'effet indirect sur le chiffre d'affaires net et l'autonomie financière indique que l'ampleur des effets est relativement plus élevée chez les bénéficiaires directs que chez les bénéficiaires indirects. L'effet total de l'IRT est estimé à 1 044 599 euros (495 552 + 449 047) et 8,218 (5,436⁷ + 2,782) correspondant respecti-

5. Il s'agit principalement des entreprises restées 2 à 3 ans dans le dispositif

6. Effet indirect : Moyenne annuelle de l'effet sur le chiffre d'affaires net entre 2015 et 2016

7. Ce chiffre correspond à l'effet sur l'autonomie financière chez les bénéficiaires du traitement CEA. Le choix de ce chiffre est justifié par le fait que le type de traitement joue un rôle prépondérant dans

vement à l'effet total sur le chiffre d'affaires net et à celui sur l'autonomie financière.

3.6 Tests de robustesse

La robustesse des résultats est testée au travers de la vérification de la validité de l'hypothèse des tendances communes et de l'utilisation d'un autre groupe de contrôle obtenu à l'aide d'une méthode d'appariement différente.

3.6.1 Tester l'hypothèse des tendances communes

La méthode de différence-en-différence repose sur l'hypothèse fondamentale des tendances communes dont la non-vérification pourrait discréditer les résultats d'estimation. Ainsi, vérifier cette hypothèse est essentiel pour tester la robustesse des résultats. L'hypothèse des tendances communes stipule qu'en l'absence du programme, les résultats dans le groupe de traitement auraient suivi la même tendance que les résultats dans le groupe de contrôle. En d'autres termes, les résultats devraient augmenter ou diminuer au même rythme dans les deux groupes. Si les tendances des résultats sont différentes entre les deux groupes d'unités, alors les estimations fournies par la méthode de la double différence seraient biaisées. Afin de tester cette hypothèse, il est souvent recommandé de vérifier comment ont évolué les tendances des variables de résultat dans le groupe de traitement et dans le groupe de contrôle quelques années avant le programme. Ainsi, s'il s'avère que les deux tendances sont parallèles, alors on pourrait en déduire qu'en absence du traitement, les résultats dans le groupe de traitement auraient suivi la même tendance que les résultats dans le groupe témoin. Cet exercice pourrait être effectué graphiquement ou statistiquement. Dans cette étude, nous avons choisi la deuxième option, en suivant la recommandation de [Gertler et al. \(2011\)](#) qui ont suggéré que la validité de cette hypothèse peut être évaluée en comparant les variations des variables de résultat pour les groupes de traitement et de contrôle dans les années précédant les programmes. Dans notre contexte, l'IRT Nanoelec a débuté en 2012, nous avons donc utilisé les données relatives aux années 2008, 2009, 2010 et 2011 afin de calculer les variations dans les variables de résultat. Par la suite, nous avons effectué un test de différence de moyenne afin de comparer les changements des variables de résultat pour les deux groupes.

Les résultats de ce test sont regroupés dans le tableau [3.11](#). Les résultats montrent qu'avant la création effective de l'IRT Nanoelec, les changements des différentes variables de résultat ne sont pas significativement différentes entre les groupes de trai-

tement et de contrôle. En effet, les tests de différence pour chacune des variables de résultat sont tous non-significatifs, ce qui signifie qu'on accepte l'hypothèse nulle selon laquelle les variations des variables de résultat sont identiques dans les deux groupes (traitement et contrôle) avant le traitement. Par ailleurs, nos résultats montrent que nous pouvons probablement exclure la présence d'un effet "Ashenfelter's Dip" dans notre échantillon. C'est un phénomène qui s'observe généralement lorsque les participants à un programme modifient brusquement leurs comportements avant le programme, au point de faire varier les valeurs pré-traitement des variables de résultat. Ce phénomène est souvent observé dans les programmes où la participation est fondée sur un certain nombre de critères. Si ce phénomène n'est pas contrôlé, alors il est fort probable que l'effet estimé du traitement soit biaisé. Dans notre cas d'étude, s'il y avait un effet "Ashenfelter's Dip", les tendances pour ces résultats seraient différentes dans les deux groupes d'entreprises.

TABLE 3.11 – Test de l'hypothèse des tendances communes

	Entreprise IRT	Entreprises Hors-IRT		
Variables de résultat	Moyenne des variations	Moyenne des variations	Test de différence	P-value
Variables financières				
Chiffre d'affaires	237 119	197 339	39 780	0,6656
Capitaux propres	65 841	35 126	30 715	0,3196
Autonomie financière	0,757	0,509	0,248	0,7838
Variables d'emploi				
Emploi total	-0,288	0,357	-0,645	0,1025
Nombre de cadres	-0,236	0,081	-0,317	0,1828
Part de cadres	-0,0032	-0,0025	-0,0007	0,9376

3.6.2 Utilisation d'un groupe de contrôle différent

Les résultats obtenus via l'approche contrefactuelle sont régulièrement influencés par le groupe de contrôle utilisé. Cela suppose que l'on peut obtenir différents résultats d'estimation en utilisant différents groupe de contrôle. Par conséquent, il est important de tester la robustesse des résultats d'estimation en utilisant un autre groupe de contrôle constitué à travers une autre méthode d'appariement. Ainsi, l'évaluation d'impact est robuste si les effets estimés avec un autre groupe de contrôle sont semblables à ceux obtenus avec le groupe de contrôle initial. Dans le cadre de cette étude, nous avons utilisé la méthode d'appariement optimal afin de constituer un nouveau groupe de contrôle. Cette méthode d'appariement sélectionne les unités de contrôle et les apparie aux unités traitées sur la base de la plus petite distance absolue moyenne ([Zepeda, 2015](#)). Avec cette méthode, nous avons choisi les deux meilleures entreprises de contrôle, ce qui a

abouti à un échantillon de 270 entreprises dont 180 entreprises de contrôle. Nous avons répliqué les mêmes analyses. Dans l'ensemble, les résultats regroupés dans les tableaux [A.13](#) et [A.14](#) (voir *l'annexe*) sont très proches. Cela suppose donc que les deux résultats obtenus via deux groupes différents de contrôle sont stables. Par conséquent, on peut conclure nos résultats sont robustes.

3.7 Conclusion

L'objectif de ce chapitre consiste à analyser et à évaluer l'effet indirect des politiques d'innovation fondées sur la recherche collaborative entre la science et l'industrie. Plus précisément, il s'agit d'examiner et d'évaluer l'effet de la présence des effets de débordement locaux des plateformes technologiques sur les variables financières et d'emploi des petites et moyennes entreprises (PMEs) non-bénéficiaires. Pour cela, nous avons considéré l'Institut de Recherche Technologique (IRT) Français "Nanoelec" qui est un institut interdisciplinaire thématique fondé sur les plateformes technologiques dont l'objectif est entre autres de générer les externalités positives pour qu'elles puissent profiter aux entreprises qui ne sont pas directement bénéficiaires du dispositif. Nous définissons l'effet indirect comme étant l'effet du traitement sur les non-bénéficiaires. Dans cette étude, nous faisons l'hypothèse que les effets sont localisés dans le département de l'Isère, département au sein duquel a été implanté l'IRT Nanoelec. Nous émettons également l'hypothèse selon laquelle seules les entreprises de contrôle localisées dans le département traité (Isère) sont susceptibles de bénéficier des retombées socio-économiques de l'IRT Nanoelec. Deux questions de recherche principales sont abordées par notre étude. La première question de recherche consiste à déterminer si l'IRT a eu des effets d'additionnalité sur les variables financières et sur les variables d'emploi des PME non bénéficiaires localisées en Isère. La deuxième question consiste à s'interroger sur l'évolution des effets indirects dans le temps. Autrement dit, on cherche à savoir si ces effets sont spécifiques à des années ou alors s'ils sont permanents ?

Cette problématique a été abordée en comparant les entreprises non-bénéficiaires locales (Isère) aux entreprises non-bénéficiaires localisées dans les départements de contrôle afin de contrôler pour toutes les variables inobservables au niveau des départements susceptibles d'affecter les variables de résultat. En utilisant une approche de différence-en-différence appariée sur les données de panel observées sur la période 2008 - 2016, les résultats d'évaluation tendent à apporter une preuve empirique de l'impact des effets de débordement locaux aussi bien sur les variables financières que les variables d'emploi. En d'autres termes, les estimations montrent que l'IRT a eu des effets additionnels sur les variables financières et d'emploi des PME non-bénéficiaires locales. Concernant les variables financières, l'IRT a réussi à générer les effets de débordement

qui ont positivement affecté le chiffre d'affaires net et l'autonomie financière des PME non-bénéficiaires locales comparativement aux PME de contrôle non-locales. Pour ce qui est des variables d'emploi, les externalités générées par l'IRT ont affecté négativement la part des cadres au début du traitement (la création de l'IRT) et par la suite, elles l'ont impactée positivement après quelques années. En distinguant l'effet permanent de l'effet annuel, nos estimations suggèrent que l'IRT a un effet permanent et annuel sur le chiffre d'affaires net et l'autonomie financière et que l'effet annuel semble se focaliser sur les années 2015 et 2016. En revanche, on observe uniquement un effet annuel sur la part des cadres qui reste focalisé en 2015. Par ailleurs, l'analyse de la dynamique de ces effets montre qu'ils n'apparaissent pas immédiatement après le traitement comme le soulignent [Castillo et al. \(2014\)](#) mais quelques années plus tard. Ce décalage temporel pourrait s'expliquer par le temps nécessaire dont les entreprises non-traitées ont besoin pour interagir avec les entreprises traitées ou pour assimiler les connaissances dans leur environnement. Ces résultats semblent être cohérents avec quelques travaux de la littérature empirique (voir les travaux de [Nishimura et Okamuro 2016](#) ; [Castillo et al. 2014](#) ; [Di Gennaro et Pellegrini 2017](#)) dans lesquels on arrive à trouver les effets indirects significatifs même si les canaux de transmission des effets ne sont pas identiques.

Ce travail apporte plusieurs contributions. La première contribution de ce chapitre est d'ordre méthodologique en ce sens que nous proposons une méthode d'évaluation des effets indirects à travers une construction originale d'un contrefactuel des bénéficiaires indirects pour mesurer ces effets. En effet, les principes de l'évaluation contrefactuelle reposent sur l'hypothèse fondamentale d'absence d'externalités (positives ou négatives). Il s'agit là d'une hypothèse très forte dans la mesure où dans une économie, les entreprises bénéficiaires ne peuvent pas être isolées du reste des entreprises non-bénéficiaires. Par conséquent, il y a un fort intérêt à prendre compte les externalités dans le cadre de l'évaluation d'une politique et ce, à travers le relâchement de cette hypothèse. La contribution de ce chapitre est donc de relâcher cette hypothèse.

Ce travail apporte une contribution sur l'évaluation des politiques d'innovation fondées sur les relations science-industrie. En effet, l'un des fondements de cette catégorie de politiques d'innovation est entre autres de générer les externalités des connaissances suffisamment élevées pour qu'elles puissent profiter aux entreprises non-directement bénéficiaires. Malgré l'importance de cette politique, une seule étude empirique (*Voir [Nishimura et Okamuro, 2016](#)*) à notre connaissance a cherché à évaluer les effets indirects de ces politiques. Par ailleurs, ce chapitre contribue également à la littérature sur l'impact des politiques d'innovation territoriales car la politique des IRT repose sur le principe de territorialité.

Cette étude pourrait être intéressante pour les décideurs politiques et donc nécessite quelques recommandations. La première recommandation porte sur le rôle des effets de

débordement locaux. Notre analyse d'impact a mis en évidence les effets positifs des débordements locaux sur les performances des entreprises. Par conséquent, il serait plus intéressant pour les décideurs politiques de prendre en compte les effets de spillover comme étant un élément essentiel dans le design de la politique. Par ailleurs, les effets positifs des retombées locales tendent à laisser penser que cet impact positif pourrait être l'œuvre des interactions entre les entreprises bénéficiaires et les entreprises non-bénéficiaires. Par conséquent, les responsables politiques pourraient améliorer la conception de la politique en mettant l'accent sur la facilitation des interactions locales entre les entreprises. Cela revient à considérer qu'il existe une relation entre la distribution spatiale de la politique et les objectifs de la dite politique. En effet, si la politique vise à maximiser les bénéfices sur les entreprises traitées, alors il serait intéressant d'adopter une distribution dispersée du traitement. En revanche, au cas où les autorités publiques cherchent à optimiser les effets sur l'ensemble des entreprises localisées dans un territoire, alors il serait préférable de mobiliser une distribution concentrée du traitement ([Di Gennaro et Pellegrini 2017](#)). Un autre point intéressant porte sur les entreprises non-bénéficiaires locales. Nos analyses ont montré que les entreprises non-traitées locales qui bénéficient de manière effective des retombées socio-économiques sont celles qui possèdent les caractéristiques similaires à celles des entreprises bénéficiaires. Cela suggère donc que la politique affecte une certaine catégorie d'entreprises peu importe qu'elles bénéficient effectivement de la politique ou pas. Le plus important est qu'elles soient localisées dans la zone (département) du traitement (politique). Les autorités publiques devraient en tenir compte dans la conception et les objectifs de la dite politique.

Cette étude d'évaluation n'est pas exempte de limites. La première limite repose sur la proximité géographique. Cette étude se focalise sur la distance géographique pour définir et constituer le groupe de référence. Or, il se trouve que la distance géographique est une boîte noire qui englobe d'autres éléments importants notamment les réseaux sociaux, qui pourraient être à l'origine des effets observés sur performances des entreprises. En d'autres termes, la question qui se pose est celle de savoir si les effets observés est uniquement l'œuvre de la proximité géographique ou alors celle d'autres proximités notamment sociales ou commerciales qui sont "noyées" dans la distance spatiale ? Il serait intéressant d'explorer cette question dans les recherches futures. La deuxième limite est inhérente à la variable de traitement. Elle concerne le choix des variables de résultat. Notre étude d'évaluation repose principalement sur l'additionnalité des variables financières. Il se peut que ces variables ne soient pas suffisantes pour évaluer l'efficacité des politiques fondées sur les relations science-industrie. Certains auteurs à l'instar de [Bellucci et al. \(2018\)](#), [Buisseret et al. \(1995\)](#) suggèrent d'identifier les variables de résultat permettant de mieux analyser et d'évaluer l'additionnalité comportementale. Il serait donc intéressant d'approfondir les recherches sous cet angle.

**ÉVALUATION QUANTITATIVE DES EFFETS DIRECTS DES POLITIQUES DE TYPE DE TRANSFERT SCIENCE-INDUSTRIE SUR LES GRANDES ENTREPRISES À L'AIDE DU MODÈLE DE CONTRÔLE SYNTHÉTIQUE ET DU MODÈLE À TENDANCE ALÉATOIRE :
UNE APPLICATION AUX IRT RHÔNALPINS**

4.1 Introduction

En France, les grandes entreprises bénéficient d'une partie non-négligeable des aides publiques à la R&D, comparativement aux autres catégories d'entreprises. Par exemple, en 2016, les grandes entreprises françaises ont reçu environ 73% des soutiens publics à la R&D directs ; tandis que les PME et les entreprises de taille intermédiaire ont reçu respectivement 20% et 7%. (Source : MESR, 2018). Si dans certains pays tels que la Hongrie et la Corée, les PME sont un peu plus souvent aidées que les grandes entreprises, en France, les grandes entreprises sont sensiblement plus souvent aidées que les PME (CNEPI, 2016). Dans ce contexte, on est en droit de se demander si les aides perçues par les grandes entreprises ont des effets additionnels sur leurs activités de R&D et d'innovation. Malgré l'importance de ces acteurs, il n'y a pas d'études empiriques visant à évaluer l'impact des politiques d'innovation en se concentrant spécifiquement sur les grandes entreprises. En général, les travaux d'évaluation quantitative existants se concentrent pour l'essentiel sur l'impact sur les petites et moyennes entreprises (Lundmark et Power, 2008 ; Eom et Lee, 2010 ; Dessertine, 2014 ; Garone et al., 2014 ; Chai et Shih, 2016 ; Bellucci et al., 2018). Cette absence d'études s'explique principalement par la difficulté voire l'impossibilité de trouver les contrefactuels valides pour les grandes entreprises et par les difficultés méthodologiques à évaluer l'impact d'une politique sur les grandes entreprises. En effet, les enjeux méthodologiques de la mesure de l'impact sur les grandes entreprises sont forts, surtout pour les politiques de transfert science-industrie. Les principaux problèmes liés à la mesure d'impact sur les grandes entreprises sont les suivants. La multiplication des dispositifs de soutien à la R&D auxquels peuvent prétendre les grandes entreprises fait qu'il est difficile de séparer l'effet propre d'une politique spécifique des effets des autres dispositifs. Par ailleurs, l'action de politique publique ne peut pas se mesurer par l'aide financière reçue car celle-ci reste le plus souvent proportionnellement faible par rapport au budget de R&D d'une grande entreprise. Enfin, les performances des grandes entreprises sont fortement influencées par leurs compor-

tements stratégiques (fusion, acquisition, cession, etc.) changeant au fil du temps et ces comportements peuvent aussi rendre difficile l'identification des effets propres de la politique.

Dans ce chapitre, nous cherchons à évaluer quantitativement les effets directs des IRT Rhônalpins, en nous focalisant sur les grandes entreprises, membres fondateurs privés de ces IRT. Dans ces nouvelles structures, la sphère privée est majoritairement constituée des grandes entreprises qui financent à hauteur de 50% les activités de R&D, l'autre moitié étant financée par les fonds publics. Les activités de R&D portent sur les innovations de rupture avec un « time-to-market » pouvant aller jusqu'à 5 ans voire 10 ans. Dans ce contexte, les retombées substantielles sont attendues chez ces grandes entreprises dans la mesure où elles sont activement impliquées dans les IRT. Pour notre cas d'étude, quatre grandes entreprises sont concernées dont deux dans chacun des IRT. Étant donné que les IRT ont été créés en 2012, et que nos données sont disponibles jusqu'en 2015, on considère que les effets des IRT ne sont observables qu'au niveau des indicateurs d'input de R&D dans la mesure où on est encore au début du processus d'innovation. La mise à jour des données sur les années ultérieures est nécessaire pour étendre cette étude à des indicateurs d'output (brevet, innovation, etc.) et d'impact économique (chiffres d'affaires, exportations, etc.) qui demandent un recul temporel plus important. Dans le cas des IRT en particulier, le soutien apporté aux grandes entreprises par la politique publique ne relève pas de l'aide financière et est plus complexe à observer, d'où une mesure aussi plus complexe de l'existence d'éventuels effets d'aubaine. Comment repérer si les grandes entreprises auraient entrepris ou non les mêmes projets de R&D et de valorisation en l'absence des IRT ? Il y a donc un risque d'impact faible de la participation aux IRT pour les grandes entreprises qui sont déjà fortement engagées en R&D et pour lesquels de multiples déterminants semblent jouer un rôle plus important dans les décisions en matière de R&D et d'innovation. Dans ce contexte, il est fort probable que les méthodes traditionnelles d'évaluation contrefactuelle ne soient pas adaptées.

Nous proposons donc de mobiliser une méthode d'évaluation différente, construite initialement pour les évaluations territoriales, à savoir, la méthode de contrôle synthétique ([Abadie et Gardeazabal, 2003](#) ; [Abadie et al., 2010](#)). L'intérêt de cette méthode est de construire un contrefactuel pour une seule entité traitée et donc d'évaluer l'effet individuel du traitement. Nous explorons pour la première fois la faisabilité et la pertinence de la mise en œuvre de cette méthode pour évaluer les impacts des politiques publiques sur les grandes entreprises. Nous mobilisons également un modèle à tendance aléatoire qui présente l'avantage de contrôler pour la tendance individuelle spécifique à chaque entreprise, qui constitue une deuxième source d'hétérogénéité inobservée. Pour mettre en

œuvre ces méthodes, nous construisons un panel sur une longue période pré-traitement, avec l'idée de prendre en compte l'influence des comportements stratégiques (fusion, acquisition, etc.) changeant dans le temps. Les grandes entreprises non-traitées ont été choisies en veillant à ce que ces dernières n'aient ni bénéficié des actions des IRT Rhône-alpins, ni de celles des 6 autres IRT Français. Nous avons aussi veillé à ce que ces grandes entreprises ne soient pas des filiales des entreprises bénéficiaires.

Enfin, nous réalisons une analyse comparative entre la méthode de la double différence, le modèle à effets fixes, le modèle à tendance aléatoire et la méthode de contrôle synthétique afin de démontrer que les deux premières méthodes qui sont généralement utilisées dans la littérature de l'évaluation, ne sont pas adaptées pour l'évaluation des grandes entreprises.

Les résultats obtenus via la méthode de la différence-en-différence indiquent un effet compris entre 128 millions et 157 millions d'euros sur les dépenses totales de R&D nettes des fonds publics, un effet sur les dépenses extérieures compris entre 81 millions et 92 millions d'euros et enfin un effet sur l'autofinancement de R&D compris entre 119 millions et 149 millions d'euros. En contrôlant les chocs annuels à l'aide du modèle à effets fixes, les effets semblent persister sur ces trois indicateurs mais avec une baisse de l'ampleur de ces effets. L'effet sur les dépenses totales de R&D nettes varie en moyenne entre 115 millions et 123 millions d'euros, tandis que l'effet sur les dépenses extérieures oscille en moyenne entre 70 millions et 83 millions d'euros. Quant à l'autofinancement de R&D, l'effet moyen est compris entre 113 et 121 millions d'euros. Par la suite, nous avons contrôlé pour la tendance individuelle linéaire spécifique à chaque entreprise en utilisant le modèle à tendance aléatoire. Les effets semblent persister sur les 3 mêmes indicateurs et les résultats montrent que l'ampleur des effets des IRT Rhône-alpins a baissé de manière considérable, nous rapprochant ainsi de la vraie valeur des effets des IRT Rhône-alpins. Ainsi, l'effet sur les dépenses totales de R&D nettes est compris entre de 55 millions et 60 millions d'euros. Pour les dépenses extérieures de R&D, l'effet est compris dans l'intervalle 50 millions et 53 millions d'euros tandis que pour l'autofinancement, l'effet du traitement varie entre 53 millions et 61 millions d'euros. On a donc une convergence de méthodes traditionnelles de l'évaluation. Quant à la méthode de contrôle synthétique, les résultats montrent que toutes les entreprises n'ont pas bénéficié des IRT Rhône-alpins. En comparant les effets moyens estimés via le modèle à tendance aléatoire, et la moyenne des effets individuels estimés par la méthode de contrôle synthétique, nos résultats semblent indiquer que la méthode de contrôle synthétique et le modèle à tendance linéaire fournissent des résultats relativement similaires.

La contribution de ce travail de recherche est double. La contribution principale est d'ordre méthodologique. Compte tenu des défis à évaluer l'impact des politiques publiques sur les grandes entreprises et donc de l'inadaptabilité des méthodes traditionnelles d'évaluation, nous avons défini un cadre d'évaluation contrefactuelle permettant d'estimer l'impact

direct des politiques publiques sur les grandes entreprises, en mobilisant pour la première fois la méthode de contrôle synthétique, élaborée initialement pour évaluer l'impact d'un événement majeur ou d'une politique sur les unités macroéconomiques telles que les régions, les pays, etc. Nous mobilisons aussi un modèle à tendance aléatoire qui est aussi généralement utilisé dans les évaluations d'impact territoriales. Nous l'avons spécifié de manière à ce qu'il puisse prendre en compte non seulement les effets fixes individuels et les effets fixes annuels mais surtout la tendance individuelle linéaire, spécifique à chaque entreprise qui est la deuxième source d'hétérogénéité inobservée.

A notre connaissance, ce travail de recherche apporte les premières preuves empiriques de l'impact d'une politique publique sur les grandes entreprises obtenues à l'aide d'une évaluation d'impact rigoureuse.

Le reste du chapitre est présenté de la manière suivante : La [section 4.2](#) expose la revue de littérature sur l'évaluation de l'impact des politiques publiques sur les grandes entreprises ; la [section 4.3](#) décrit la stratégie empirique avec un focus sur le modèle à tendance aléatoire et la méthode de contrôle synthétique ; la [section 4.4](#) présente les données et les statistiques descriptives ; la [section 4.5](#) expose les résultats d'estimation et la [section 4.6](#) résume les principales conclusions.

4.2 Littérature sur l'évaluation des grandes entreprises

Cette revue de littérature vise à mettre en évidence les difficultés à évaluer l'impact des politiques publiques sur les performances des grandes entreprises. Elle sera donc focalisée sur les apports et limites méthodologiques des quelques études existantes pour faire face aux difficultés de ce type d'évaluation. La notion de "grande entreprise" n'est toujours pas appréhendée de façon unifiée dans la littérature. Certains auteurs à l'instar de [Criscuolo, Martin, Overman, et Van Reenen \(2012\)](#) ; [Bondonio, Martini, et Biagi \(2015\)](#) considèrent une "grande entreprise" comme toute entreprise dont la taille de l'effectif est supérieure à 150 salariés, voire 250. Or, cette définition englobe une partie des PME, les ETI et les grandes entreprises selon la définition de l'Insee. D'autres par contre comme [Ben Hassine et Mathieu \(2017\)](#), la définissent au sens de l'Insee c'est-à-dire toute entreprise dont la taille de l'effectif et le chiffre d'affaires sont respectivement supérieurs à 5000 salariés et 1500 millions d'euros. Cette différence dans la définition de la grande entreprise est liée au contexte des différents pays ([OCDE, 2005](#)). Toutefois, les pays utilisent très souvent les mêmes critères (effectif et chiffre d'affaires ou bilan) pour catégoriser les grandes entreprises. Cette différence dans l'appréhension de la grande entreprise pourrait poser un problème d'interprétation des résultats dans la mesure où il sera difficile de généraliser les résultats à travers plusieurs pays qui n'ont pas la même conception de la grande entreprise d'autant plus que les entreprises sont les multinationales. Aussi, d'un

point de vue méthodologique, il est fort probable que les méthodes d'évaluation d'une politique se différencient selon que l'on soit par exemple en présence d'entreprises de 250 employés ou d'entreprises de 10000 employés. Il est évident qu'il serait plus facile de trouver un contrefactuel pour une entreprise de 250 employés que pour une de 10000 employés. Sans doute pour cette raison, la littérature ne s'est pas beaucoup intéressée à l'évaluation d'impact des politiques publiques sur les grandes entreprises au sens de la définition de l'INSEE.

On retrouve plutôt des travaux d'évaluation qui portent sur des échantillons hétérogènes constitués souvent des PME, des ETIs et des grandes entreprises. Ces travaux d'évaluation existants peuvent être présentés suivant deux ensembles de travaux. Au sein du premier, les auteurs se contentent d'intégrer au côté d'entreprises de taille modeste, les grandes entreprises et d'effectuer une analyse contrefactuelle classique sans qu'il y ait un traitement méthodologique spécifique aux grandes entreprises. Dans ce courant, nous avons identifié quelques limites méthodologiques qu'il convient de souligner. Une des limites est relative à la non-prise en compte dans l'analyse de la petite taille de l'échantillon des grandes entreprises, qui n'est pas sans conséquence sur les résultats. C'est le cas de [Bondonio et al. \(2015\)](#), qui pour évaluer l'impact d'un programme de support aux firmes italiennes, incluent au côté d'entreprises de petite taille, un échantillon de 51 entreprises (traitées et non-traitées) de plus de 250 emplois qu'ils considèrent comme étant grandes entreprises. Leurs estimations via la méthode de la double différence conditionnelle indiquent un effet négatif sur l'emploi pour les grandes entreprises. Il en est de même pour [Ben Hassine et Mathieu \(2017\)](#) qui pour évaluer l'impact des pôles de compétitivité sur les activités des firmes françaises, ajoutent au côté des PME, un échantillon (traités et non-traités) de grandes entreprises¹ dont la taille varie entre 6 et 14 en fonction de leur année d'entrée dans les pôles. Les résultats obtenus via la méthode de la double différence conditionnelle indiquent un impact positif et significatif pour les PME. Mais en revanche, cet impact est plus mitigé pour les grandes entreprises. Il est difficile de tirer des conclusions définitives sur les travaux ci-dessus, en raison de l'ambiguïté des résultats qui pourrait s'expliquer par la petite taille de leur échantillon, ce dont les auteurs conviennent d'ailleurs. Il est à noter que la taille de l'échantillon joue un rôle très important dans les tests de significativité. Un échantillon de petite taille implique au moins deux difficultés. La première difficulté est la faiblesse de la puissance statistique en ce sens que la puissance statistique dépend fortement de la taille de l'échantillon. Ainsi, la puissance statistique devient faible dans un échantillon à mesure que sa taille de ce dernier baisse. Pour rappel, la puissance statistique d'un test peut être définie comme sa capacité à induire le rejet d'une hypothèse nulle quand celle-ci est en réalité effectivement fausse. En d'autres termes, un test a une puissance statistique forte si, sur la base du test, on conclut qu'une variable explicative a un effet sur une variable dépendante et

1. Toute entreprise dont la taille de l'effectif et le chiffre d'affaires sont respectivement supérieurs à 5000 salariés et 1500 millions d'euros.

que cette conclusion est effectivement valide. Quant à la deuxième difficulté, elle porte sur la détérioration de l'approximation réalisée par les tests statistiques. Il convient de savoir que la majorité des tests statistiques sont des approximations. Ces approximations dépendent fortement de la taille de l'échantillon. Ainsi, plus un échantillon a une petite taille, plus le degré d'approximation se dégrade.

Une autre limite méthodologique porte sur la non-prise en compte dans la littérature de la singularité des grandes entreprises. Une grande entreprise au sens de la définition de l'Insee est très spécifique de par ses caractéristiques intrinsèques, son comportement stratégique, son dynamisme et autres. Par conséquent, le fait d'intégrer les grandes entreprises dans un échantillon d'entreprises de taille modeste engendre un échantillon total extrêmement hétérogène, ce qui pourrait impacter l'effet moyen estimé qui serait fortement influencé par les valeurs des variables relatives aux grandes entreprises (BEIS, 2017). Il serait donc intéressant de constituer un échantillon relativement homogène constitué uniquement des grandes entreprises. Par ailleurs, il n'est pas sûr que la méthode de la double différence conditionnelle largement utilisée dans la littérature, puisse prendre en compte la spécificité des grandes entreprises en raison de la difficulté de trouver les contrefactuels. BEIS (2017) souligne que la difficulté de trouver les contrefactuels valides s'explique par l'unicité des caractéristiques des grandes entreprises et par le fait que dans les secteurs à forte intensité de connaissance, la plupart des entreprises grandes sont traitées. Il est important de rappeler que la robustesse de la méthode contrefactuelle vient du fait que l'on dispose de plusieurs contrôles pour un même traité. D'ailleurs, il n'est aucunement fait mention du nombre de traités et de non-traités qu'il s'agisse de l'étude de Bondonio et al. (2015) ou celle de Ben Hassine et Mathieu (2017). Cela pourrait laisser croire que les auteurs n'ont pas trouvé de contrefactuels pour les grandes entreprises ou alors qu'ils ont trouvé un nombre très insuffisant de contrôles. De plus, les grandes entreprises possèdent généralement plusieurs établissements et seuls quelques-uns participent de manière effective à une politique. Or, dans ce courant de la littérature, les auteurs traitent ces grandes entreprises comme si l'ensemble des établissements était impliqué dans un programme.

Une autre limite méthodologique et pas des moindres concerne l'hypothèse fondamentale des tendances communes sur laquelle se fonde la méthode de la double différence. Cette hypothèse suppose que les performances inhérentes au groupe traité et au groupe non-traité évolueraient de la même manière en l'absence du traitement. Il s'agit là d'une hypothèse très forte qui n'est pratiquement jamais vérifiée dans les travaux d'évaluation (Cf. Bondonio et Martini, 2012 ; Criscuolo et al., 2012 ; Bondonio et al., 2015 ; Dujardin et al., 2015 ; Ben Hassine et Mathieu, 2017) et pourtant, elle constitue le fondement même de la stratégie d'identification de l'effet causal dans la méthode de la double différence. Un des moyens permettant de tester cette hypothèse est d'utiliser les données antérieures relatives aux deux groupes afin de vérifier le parallélisme de leur tendance. S'il s'avère que les deux tendances ne sont pas parallèles, il est essentiel d'utiliser une mé-

thodologie qui puisse prendre en compte l'effet des éventuelles différences antérieures observées et inobservées entre les deux groupes sur les performances actuelles des entreprises. Cela suppose de choisir une période d'étude de manière à avoir une longue période de pré-traitement. Or, dans la littérature, on constate que la plupart des travaux choisissent une période d'étude comportant une très courte période de prétraitement ou presque inexistante, ce qui laisse penser que les auteurs supposent que les comportements des grandes entreprises affichés dans le passé n'auraient aucune influence sur leur performance actuelle. C'est le cas de [Criscuolo et al. \(2012\)](#) qui choisissent la période d'étude 1986-2004 alors que le traitement a eu lieu sur la période 1984-2000. Il en est de même pour [Bondonio et al. \(2015\)](#) qui ont délimité leur période d'étude à 2000-2009 alors que le traitement avait eu lieu dans la période 2000-2006. Ce constat est observable pour d'autres études à l'instar de [Ben Hassine et Mathieu \(2017\)](#) dans le cadre de l'évaluation de l'impact des pôles de compétitivité ; [Dujardin et al. \(2015\)](#) dans le contexte de l'évaluation de l'impact des pôles de compétitivité wallons. Or, il est évident que les grandes entreprises mènent des actions stratégiques telle que les fusions, les acquisitions, qui sont susceptibles d'impacter leur performance à court, moyen et long terme. La littérature ne considère pas les comportements stratégiques que les grandes entreprises ont pu afficher dans le passé et qui pourraient avoir des répercussions sur leurs performances. Par conséquent, il est fort probable que les résultats obtenus soient entachés d'un biais d'estimation.

Le deuxième ensemble de travaux de la littérature regroupe des auteurs qui non seulement intègrent dans leur échantillon d'évaluation les grandes entreprises mais aussi essaient de leur appliquer un traitement méthodologique spécifique, en raison de leur singularité. [Criscuolo et al. \(2012\)](#) cherchent à évaluer l'impact causal d'une politique industrielle appelée "Regional Selective Assistance" implémentée au Royaume uni sur l'emploi, l'investissement et la productivité totale des facteurs. Ce programme cible spécifiquement les établissements localisés dans les zones désavantagées. Les auteurs utilisent une approche permettant de prendre en compte une des spécificités des grandes entreprises qui est la pluralité des établissements. Afin de prendre en compte le fait que seuls quelques établissements d'une grande entreprise participent de manière effective au programme, ces auteurs adoptent une stratégie consistant à modéliser l'équation de résultats telle que pour chaque grande entreprise, la variable dépendante est la performance de la grande entreprise car la performance à l'échelle des établissements n'est pas accessible. Les variables explicatives sont mesurées par la somme des valeurs des caractéristiques des établissements qui ont réellement participé au programme. Toutefois, cette approche peut induire un biais qui s'explique par la différence de niveau entre la variable de performance mesurée à l'échelle de la grande entreprise et les variables explicatives mesurées à l'échelle de quelques établissements bénéficiaires de ladite en-

treprise. Les estimations de la méthode des variables instrumentales indiquent un effet positif et significatif sur l'emploi, l'investissement mais pas sur la productivité totale des facteurs chez les petites entreprises et aucun effet chez les grandes entreprises (>150 salariés). Pour diminuer le biais d'endogénéité, les auteurs exploitent le fait que ces zones sont désignées par la Commission Européenne (dans le but de lutter contre la concurrence déloyale) et non par le gouvernement britannique et que les règles d'éligibilité des zones désavantagées ont été changées au cours du temps, de manière exogène, pour construire la variable instrumentale. Les auteurs utilisent comme variable instrumentale, le montant maximal d'aide autorisé par l'UE pour chaque zone. Bien que cette méthode réduise certainement le problème de l'endogénéité, elle est loin de traiter le biais de sélection dans la mesure où les entreprises participant à ce programme possèdent des caractéristiques non-observées qui varient dans le temps et peuvent affecter leur performance. Dans le cadre de l'évaluation d'impact des pôles de compétitivité wallons sur les performances économiques des entreprises (la productivité, l'emploi, les exportations et la valeur ajoutée.), [Dujardin et al. \(2015\)](#) ne cherchent pas spécialement à prendre en compte spécifiquement la singularité des grandes entreprises. Ces auteurs essaient plutôt de vérifier si la présence des grandes entreprises dans leur échantillon influence ou non les résultats d'estimation. Pour ce faire, ils constituent un échantillon d'évaluation composé des entreprises mono-établissements et des entreprises multi-établissements. Dans un premier temps, ils appliquent les méthodes de double et de triples différences après avoir effectué le matching, sur un échantillon total composé des entreprises mono- et multi-établissements et trouvent un effet positif et significatif sur l'emploi total et la valeur ajoutée brute mais pas d'effet sur la productivité et les exportations. Dans un deuxième temps, afin de vérifier la robustesse de leurs résultats, ils mobilisent un échantillon composé uniquement des entreprises mono-établissements représentant les trois quarts de l'échantillon total et trouvent les mêmes résultats.

En conclusion, il convient de retenir que la littérature ne s'est pas beaucoup intéressée à l'évaluation d'impact des politiques d'innovation sur les grandes entreprises. Cette insuffisance d'études est liée principalement à la forte hétérogénéité des grandes entreprises, qui ne permet pas de trouver les entreprises contrefactuelles valides. Pour le peu d'études existantes, les chercheurs ne se sont pas spécialement focalisés sur l'évaluation des grandes entreprises ; ce qui pourrait justifier l'absence de propositions méthodologiques permettant de traiter la singularité des grandes entreprises. A notre connaissance, seule l'étude de [Criscuolo et al. \(2012\)](#) essaient de prendre en compte une des spécificités d'une grande entreprise qui est le fait que seuls quelques établissements de cette entreprise participent de manière effective à une politique. Dans ce contexte, il paraît donc nécessaire de mettre en place des méthodes appropriées pour l'évaluation d'impact des politiques publiques sur les grandes entreprises.

4.3 La stratégie économétrique d'évaluation

Pour quantifier l'impact des IRT Rhônalpins sur les inputs de R&D des grandes entreprises, membres fondateurs privés de ces IRT, nous utilisons deux méthodes d'évaluation principales : la méthode de contrôle synthétique et le modèle à tendance aléatoire. La méthode de contrôle synthétique consiste à estimer l'effet individuel du traitement par la différence dans l'évolution post-traitement des indicateurs de performance entre l'entreprise traitée et sa version synthétique ; l'entreprise synthétique étant construite via la combinaison pondérée des unités non-traitées qui reproduit au mieux les caractéristiques de l'unité traitée pendant la période de prétraitement ([Abadie et Gardeazabal, 2003](#) ; [Abadie et al., 2010](#)). Le modèle à tendance aléatoire, quant à lui, est un modèle économétrique qui, en plus de contrôler pour les effets fixes individuels et temporels, a la particularité de contrôler pour une deuxième source d'hétérogénéité qui est la tendance temporelle individuelle linéaire, spécifique à chaque individu (grande entreprise).

Le choix de ces méthodes est justifié par l'inadaptabilité des principales méthodes traditionnelles d'évaluation (Méthode de différence-en-différence et modèle à effets fixes mixtes) à estimer les effets d'une politique sur les grandes entreprises. En effet, bien que largement utilisée dans la littérature ([Duflo, Bertrand, et Mullainathan, 2004](#)), l'approche classique de la méthode de différence-en-différence ne contrôle pas pour les effets individuels mais plutôt pour l'effet groupe ; ne contrôle pas pour les effets fixes temporels en ce sens qu'elle agrège la série temporelle en deux périodes : période avant et après traitement. Par ailleurs, cette méthode repose sur l'hypothèse fondamentale des tendances communes², qui est susceptible d'être difficile à valider dans le cas des grandes entreprises en raison de leur forte hétérogénéité. En ce qui concerne le modèle à effets fixes mixtes (communément appelé "two-ways fixed effects model"), sa limite réside dans son incapacité à prendre en considération l'hétérogénéité individuelle des tendances temporelles entre les grandes entreprises. Or, il se trouve que les grandes entreprises, fortement hétérogènes, sont souvent sujettes à des chocs antérieurs individuels (les acquisitions, les cessions, etc.) qui ne seront pas sans conséquence sur leurs performances actuelles. Pour cette raison, nous proposons en parallèle d'exploiter la méthode de contrôle synthétique construite initialement pour construire un contrefactuel pour des entités géographiques.

4.3.1 Méthode de contrôle synthétique (MCS)

Contrairement aux méthodes d'évaluation contrefactuelle, qui visent à évaluer l'effet moyen du traitement, la méthode de contrôle synthétique a la particularité d'évaluer

2. Hypothèse des tendances communes : Hypothèse selon laquelle l'évolution des indicateurs de R&D inhérents aux entreprises traitées, en l'absence des IRT Rhônalpins serait la même que l'évolution des indicateurs de R&D inhérents aux entreprises non-traitées.

l'effet individuel du traitement. Dans cette circonstance, le défi de cette méthode est de construire le contrefactuel d'une seule unité traitée. Le contrefactuel de l'unité traitée est estimé par la combinaison pondérée des unités non-traitées qui reproduit au mieux les caractéristiques de l'unité traitée à travers le temps et ce, bien longtemps avant le traitement. L'objectif est donc de trouver les pondérations optimales qui permettent de reconstituer les valeurs des variables de l'unité traitée en l'absence du traitement. Le principe de la construction du contrefactuel consiste à trouver le poids (ou proportion) qui minimise la distance entre les valeurs des variables prétraitement de l'unité traitée et les valeurs des mêmes variables des autres unités non-traitées. Dit autrement, les unités non-traitées doivent être choisies de manière à ce que leurs caractéristiques de prétraitement correspondent le plus fidèlement possibles à celles de l'unité traitée. Pour cela, on considère que toutes les unités non-traitées appartiennent à un réservoir d'unités contrefactuelles potentielles que les auteurs [Abadie et Gardeazabal \(2003\)](#) ont appelé "donor pool", qui se traduit littéralement par "bassin des contributeurs" ou encore "bassin des donateurs" et que chacune des unités contrefactuelles potentielles contribue dans une certaine proportion (poids) à la reconstitution des valeurs des variables prétraitement de l'unité traitée.

D'après la MCS, les pondérations optimales doivent être choisies de telle sorte que le contrôle synthétique ressemble de près à l'unité traitée, avant le traitement. Plus précisément, [Abadie et Gardeazabal \(2003\)](#), puis [Abadie et al. \(2010\)](#) proposent de sélectionner la valeur des poids de telle sorte que les caractéristiques de pré-traitement de l'unité traitée soient mieux représentées par les caractéristiques de pré-traitement du contrôle synthétique. A cette fin, ces auteurs proposent de choisir ces poids en minimisant l'erreur de prédiction quadratique moyenne des résultats avant le traitement.

Pour mieux comprendre cette approche, supposons que nous ayons un échantillon de $J + 1$ unités qui sont observées, parmi lesquelles $j = 1$ est l'unité qui est exposée au traitement (intervention, programme, etc.) de telle sorte que les J unités restantes (de $j = 2$ à $j = J + 1$) soient considérées comme les potentielles unités contrefactuelles c'est-à-dire les unités constituant le "donor pool". Considérons maintenant un vecteur de poids de taille $(J * 1)$, $W = (w_2, \dots, w_{J+1})'$ tel que $w_j \geq 0$ et $w_2 + \dots + w_{J+1} = 1$. Chaque valeur particulière du vecteur W représente le poids de l'unité j dans le contrôle synthétique ([Abadie et al., 2010](#)). Par conséquent, le choix d'un sous-ensemble d'unités de contrôle valide dépend des valeurs du vecteur W . Soit V , une matrice diagonale avec des valeurs non négatives. Les valeurs des éléments diagonaux de V reflètent l'importance relative des différentes variables prédictives (caractéristiques de pré-traitement) de l'unité traitée. Supposons que le vecteur de poids W^* représente l'ensemble des valeurs optimales qui minimisent la distance des valeurs des variables de pré-traitement de l'unité traitée et celles des unités de contrôle. Désignons la variable Y_{1T} comme étant un

vecteur de dimension $(T * 1)$ contenant les valeurs de la variable d'intérêt de l'unité traitée pendant T périodes et Y_{JT} , une matrice de dimension $(T * J)$ contenant les valeurs des mêmes variables d'intérêt pour les J unités de contrôle. Désignons par X_{1T} , un vecteur de dimension $(K * 1)$ des valeurs pré-traitement des variables prédictives relatives à la variable de résultat Y_{1T} et X_{JT} une matrice de dimension $(K * J)$ qui contient les valeurs des mêmes variables pour les J potentielles unités de contrôle.

4.3.1.1 Détermination des pondérations optimales

La détermination des pondérations optimales W^* s'effectue en deux phases du processus d'optimisation (Kaul, Klößner, Pfeifer, et Schieler, 2018). La première phase appelée "inner optimization" (optimisation intérieure) consiste à chercher une combinaison des unités non-traitées du "donor pool" telle que la différence des valeurs des variables prédictives de l'unité traitée et les unités de contrôle soit la plus petite possible. Cette différence est mesurée par la distance métrique suivante :

$$|X_{1T} - X_{JT}W_{T_0}|V = \sqrt{(X_{1T} - X_{JT}W_{T_0})'(X_{1T} - X_{JT}W_{T_0})}$$

Avec W_{T_0} : la matrice des poids de dimension T_0 .

Ainsi, pour tout poids de prédiction V donné, l'optimisation interne consiste à trouver les poids non négatifs W des unités non-traitées sommant jusqu'à l'unité ($w_2 + \dots + w_{J+1} = 1$) telle que :

$$\sqrt{(X_{1T} - X_{JT}W_{T_0})'(X_{1T} - X_{JT}W_{T_0})} \rightarrow \min$$

La solution à ce problème est donnée par : $W_{T_0}^*(V)$.

Une fois que les pondérations optimales $W_{T_0}^*$ sont déterminées en fonction de V , la deuxième phase du processus d'optimisation appelée "outer optimization" (optimisation extérieure) va consister à trouver les pondérations optimales des variables prédictives. Suivant une approche conduite par les données, Abadie et Gardeazabal (2003) et Abadie et al. (2010) proposent de choisir V parmi toutes les matrices définies positives et diagonales telle que l'erreur de prédiction quadratique moyenne de la variable de résultat soit minimisée au cours des périodes de prétraitement. L'erreur de prédiction quadratique moyenne (EPQM) est donnée par :

$$EPQM(Y) = \frac{1}{T_0} \cdot \sum_{t=1}^{T_0} [(Y_{1t} - \sum_{j=1}^J W_j^*(V) Y_{jt})^2] \quad (4.1)$$

Avec T_0 qui représente le nombre de périodes de prétraitement.
Ainsi, les résultats du problème ³ de "outer optimization" sont données par :

$$(X_{1T} - X_{JT}W_{T_0}^*(V))'(X_{1T} - X_{JT}W_{T_0}^*(V)) \rightarrow \min$$

Après avoir déterminé les pondérations optimales, on cherche à estimer la trajectoire contrefactuelle de l'unité traitée c'est-à-dire la trajectoire de la variable d'intérêt que l'unité traitée aurait connue en l'absence de traitement. Pour rappel, cette trajectoire contrefactuelle de la variable d'intérêt est estimée par la combinaison linéaire pondérée des mêmes variables d'intérêt des unités non-traitées.

Le contrefactuel estimé de la variable d'intérêt de l'unité traitée est donné par :

$$Y_{1t}^* = \sum_{j=2}^{J+1} Y_{jt} W^*$$

avec W^* le vecteur des pondérations optimales qui minimisent la distance entre les valeurs des variables prétraitement et celles des mêmes variables prétraitement des unités non-traitées.

4.3.1.2 Estimation de l'effet du traitement

La méthode de contrôle synthétique repose sur le principe selon lequel si le contrôle synthétique fournit une bonne approximation du résultat pour l'unité traitée sur une longue période de pré-traitement, alors toute différence subséquente entre l'unité traitée et le contrôle synthétique pourrait être attribuée à l'effet du traitement sur le résultat (Hypothèse d'identification). Plus précisément, ce principe nous explique que si le contrôle synthétique arrivait à reproduire le plus fidèlement possible la trajectoire de la variable de résultat de l'unité traitée et ce, sur une longue période avant le traitement ; alors toute déviation de la trajectoire de la variable de résultat après le traitement représenterait l'effet du traitement.

A présent, supposons que l'échantillon soit un panel équilibré, c'est-à-dire un ensemble de données longitudinales où toutes les unités sont observées aux mêmes périodes, $t = 1, \dots, T$. La période d'étude est divisée en deux périodes : Une période de pré-traitement qui comprend un nombre de périodes T_0 et une période post-traitement qui compte un nombre de périodes T_1 de telle sorte que le nombre total de périodes soit égal à $T = T_0 + T_1$. Afin de simplifier la formalisation, supposons que l'unité traitée "1" soit exposée à l'intervention (traitement) pendant les périodes $T_0 + 1, \dots, T$, et que l'inter-

3. En pratique, le package SYNTH du logiciel R fournit automatiquement les pondérations optimales des vecteurs W^* et V^* correspondant aux solutions des deux phases d'optimisation

vention n'ait aucun effet pendant la période de prétraitement $1, \dots, T_0$.

Pour évaluer l'impact de la politique ou de l'événement sur l'unité traitée, il suffit de comparer les résultats de l'unité traitée après le traitement avec ceux que cette unité aurait obtenus en l'absence du traitement. Cela suppose que la variable de résultat Y_{1t} de l'unité traitée peut prendre deux valeurs possibles : Y_{1t}^1 , la valeur observée après le traitement et Y_{1t}^0 , la valeur qu'elle aurait obtenue en l'absence de traitement.

$$Y_{1t} = \begin{cases} Y_{1t}^1, \\ Y_{1t}^0, \end{cases} \quad t = 1, 2, \dots, T_0, T_0 + 1, T_0 + 2, \dots, T \quad (4.2)$$

L'objectif est donc d'estimer les effets annuels de traitement : $\alpha_{1T_0+1}, \alpha_{1T_0+2}, \dots, \alpha_{1T}$

Avec

$$\alpha_{1t} = Y_{1t}^1 - Y_{1t}^0$$

Par définition, Y_{1t}^0 n'est pas observable dans la mesure où c'est la valeur que la variable Y_{1t} aurait enregistrée si l'unité traitée n'avait pas été traitée. En d'autres termes, il s'agit de la situation contrefactuelle de l'unité traitée. Tout l'enjeu de la méthode de contrôle synthétique est donc de pouvoir estimer un bon contrefactuel Y_{1t}^0 .

Supposons à présent un modèle général pour les résultats potentiels de toutes les unités telle que la variable de résultat de l'unité i au temps t soit donné par :

$$Y_{it} = Y_{it}^0 - \alpha_{it} D_{1t}$$

Avec $i = 1, \dots, J + 1$ et D_{it} est l'indicateur de traitement qui prend la valeur 1 si l'unité i est traitée et t strictement supérieur à T_0 et zéro autrement. [Abadie et al. \(2010\)](#) exprime la variable Y_{it}^0 en utilisant le modèle linéaire suivant :

$$Y_{it}^0 = \delta_t + \theta_t \cdot X_i + \gamma_t \cdot \mu_i + \varepsilon_{it} \text{ pour tout } i = 1, \dots, J + 1 \text{ et tout } t = 1, \dots, T.$$

Où δ_t est un vecteur d'effets communs spécifiques au temps, avec des effets individuels constants entre les unités, θ_t un vecteur de paramètres inconnus spécifiques au temps, X_i les variables prédictives observées et pertinentes pour la variable de résultat. Ces variables ne doivent pas être affectées par la politique ou l'événement. μ_i un effet inobservable spécifique à l'unité i , γ_t un facteur commun inconnu. ε_{it} un choc transitoire inobservé au niveau i avec une moyenne nulle pour tout i conditionnel (δ_t, X_i, μ_i) . En

utilisant le modèle de facteur linéaire qui vient d'être décrit, [Abadie et al. \(2010\)](#) prouvent que si le nombre de périodes de pré-intervention est grand par rapport à l'échelle des chocs transitoires, nous pouvons choisir w^* tel que :

$$\sum_{j=2}^{J+1} w_j^* Y_{jT_0} = Y_{1T_0} \quad (4.3)$$

$$\sum_{j=2}^{J+1} w_j^* X_j = X_1 \quad (4.4)$$

$$\hat{\alpha} = Y_{1T} - \sum_{j=2}^{J+1} w_j^* Y_{jT} \quad (4.5)$$

Est un estimateur sans biais de α pour les périodes $T_0 + 1, \dots, T$, c'est-à-dire de l'impact de la politique ou de l'événement en question. Ainsi, l'estimateur de contrôle synthétique de l'effet du traitement est donné par la comparaison des résultats post-intervention entre l'unité traitée, exposée à l'intervention, et le contrôle synthétique, non exposé à l'intervention. Autrement dit, pour une période post-intervention t (*avec*, $t \geq T_0$), l'estimateur de contrôle synthétique de l'effet du traitement est donné par la comparaison entre le résultat de l'unité traitée et le résultat du contrôle synthétique à cette période.

L'estimateur des effets annuels sur l'unité traitée "1" au temps t est donné par :

$$\hat{\alpha}_{1t} = Y_{1t} - \sum_{j=2}^{J+1} W_j^* Y_{jt} \quad (4.6)$$

pour $t = T_0 + 1, \dots, T$.

On peut aussi estimer l'effet annuel moyen du traitement sur l'unité traitée par :

$$\bar{\hat{\alpha}}_1 = \frac{1}{T - T_0} \cdot \sum_{t=T_0+1}^T [Y_{1t} - \sum_{j=2}^{J+1} W_j^* \cdot Y_{jt}] \quad (4.7)$$

4.3.1.3 Inférence statistique : Significativité des effets estimés

L'utilisation des méthodes traditionnelles de l'inférence statistique dans les études de cas comparatives est difficile voire impossible à cause de la petite taille de l'échantillon, de l'absence de randomisation et du fait que l'échantillonnage probabiliste n'est pas utilisé pour sélectionner les unités d'échantillonnage (Abadie et al., 2015). Ces limites compliquent l'application des approches traditionnelles d'inférence statistique (Abadie et al., 2015)⁴. Toutefois, la méthode de contrôle synthétique propose d'autres méthodes d'inférence relatives aux études de cas comparatives. Pour évaluer la significativité des estimations, la question de recherche posée est celle de savoir si les résultats obtenus pourraient être entièrement attribuables à l'œuvre du hasard. Autrement dit, combien de fois pourrait-on obtenir les mêmes résultats si une unité de contrôle était choisie au hasard pour l'étude au lieu de l'unité traitée ? Pour répondre à cette question, il est recommandé de conduire les études de placebo ou tests placebo. Deux types de tests placebo sont identifiés : le "placebo par rapport au temps" et le "placebo par rapport à l'unité". Ce type de "test placebo" ou "test de falsification" apparaît sous différents noms dans la littérature (Abadie et al., 2010).

Pour comprendre le premier test ; supposons que la méthode de contrôle synthétique a estimé un effet d'une certaine intervention. L'exercice consiste à remplacer la date de l'intervention par une date à laquelle l'intervention n'a pas eu lieu (Heckman & Hotz, 1989)⁵. Si la méthode de contrôle synthétique a permis de constituer un contrefactuel valide, on devrait obtenir un effet nul à une date à laquelle il n'y pas eu d'intervention. Par contre, si l'on obtient un effet non nul, cela signifie que cette méthode n'a pas fourni les bonnes prédictions pour la trajectoire des résultats. Toutefois, l'application de ce test nécessite un nombre assez élevé de périodes pré-intervention. Ce test a été appliqué dans l'étude d' Abadie et al. (2015) pour tester la crédibilité de leurs résultats obtenus dans le cadre de l'évaluation de l'impact de la Réunification de l'Allemagne de l'Ouest en 1990. Au lieu de 1990, ils ont choisi la date de 1975 comme si cet événement avait eu lieu 15 ans plutôt. La méthode de contrôle synthétique n'a décelé aucun effet à cette nouvelle date. D'autres auteurs en l'occurrence de Saia (2017) l'ont implémenté. Quant au second test placebo c'est-à-dire le placebo par rapport à l'unité, il s'agit d'appliquer la méthode de contrôle synthétique sur une fausse unité traitée sélectionnée de manière aléatoire dans le "donor pool" et d'appliquer le même principe. Ce test a été utilisé dans l'étude d'Abadie et Gardeazabal (2003) qui, pour évaluer la capacité de la méthode de contrôle synthétique à reproduire l'évolution du contrefactuel du Pays Basque sans terrorisme, ont introduit une étude de placebo, appliquant les mêmes techniques à la Catalogne, région similaire au Pays Basque mais moins exposée au terrorisme. D'autres auteurs tels que

4. Ils citent Rubin(1990)

5. Cité par Abadie et al. (2015)

DiNardo et Pischke (1997); Angrist et Krueger (1999); Auld et Grootendorst (2004)⁶, Abadie et al. (2015), Saia (2017) ont utilisé les tests similaires dans leurs études. Dans le même ordre d'idées, Abadie et al. (2010) proposent d'implémenter une version extensive du test placebo par rapport à l'unité. Leur idée du test placebo s'apparente au cadre classique de l'inférence de permutation, où la distribution d'une statistique de test est calculée sous des permutations aléatoires des affectations des unités d'échantillonnage aux groupes d'intervention et de non-intervention. Comme dans les tests de permutation, ils appliquent la méthode de contrôle synthétique à chaque unité non-traitée du "donor pool". Cela permet d'évaluer si l'effet estimé par le contrôle synthétique pour l'unité affectée par l'intervention est important par rapport à l'effet estimé pour une unité choisie au hasard. L'avantage de cette exercice est qu'elle est applicable quel que soit le nombre d'unités de contrôle disponibles, les périodes, et si les données sont agrégées ou individuelles (Abadie et al., 2010). Dans leur étude portant sur l'évaluation de l'impact d'un programme anti-tabac implémenté en Californie, Abadie et al. (2010) effectuent le test placebo par rapport à l'espace, en appliquant de manière itérative la méthode de contrôle synthétique sur chacun des Etats qui n'ont pas bénéficié d'un vaste programme anti-tabac c'est-à-dire appartenant au "donor pool".

Aux cotés des tests d'inférence, il est conseillé d'effectuer les tests de sensibilité (ou de robustesse) afin de tester la sensibilité des résultats obtenus aux changements des poids des unités. Dans le cadre de la méthode de contrôle synthétique, il est recommandé d'utiliser la méthode de contrôle synthétique "leave-one-out" qui consiste à construire de manière itérative le contrôle synthétique en omettant à chaque itération l'une des unités de contrôle. L'idée sous-jacente est de tester dans quelle mesure les résultats sont influencés par une unité de contrôle particulière. Ce test a été mis en place dans l'étude d'Abadie et al. (2015) pour tester l'influence d'un pays de contrôle sur les résultats.

4.3.1.4 Limites et points de vigilance

La méthode de contrôle synthétique n'est pas exempte de limites. Par conséquent, il convient d'en souligner les plus contraignantes et de relever quelques points de vigilance. Ces limites et points de vigilance portent aussi bien sur la construction du contrefactuel que sur l'estimation des impacts du traitement. En ce qui concerne la construction du contrefactuel valide, elle exige de tenir compte de la construction du "donor pool", du choix des variables prédictives et de la matrice diagonales V . Il est important que les unités utilisées pour construire le contrôle synthétique (ceux du "Bassin des contributeurs") ne soient pas affectées par l'intervention, ni par un événement de nature similaire (Abadie et al., 2015), sinon l'estimation de l'effet du traitement sera biaisée. Dans ce contexte, il est fortement recommandé de les exclure du "donor pool" (Abadie et al., 2015). Par

6. Voir Abadie et al (2010)

ailleurs, les unités qui sont susceptibles d'avoir subi de grands chocs idiosyncrasiques sur le résultat d'intérêt au cours de la période d'étude devraient également être exclues si de tels chocs n'avaient pas affecté l'unité traitée en l'absence du traitement (Abadie et al., 2015). Ce phénomène a été observé dans l'étude d'Abadie et al. (2015) portant sur l'évaluation de l'impact de la Réunification de l'Allemagne en 1990 où les auteurs ont pu identifié 5 pays ayant subi des chocs structurels tels que les crises financières. Pour traiter ce problème, les auteurs les ont tout simplement supprimés du "donor pool". Au-delà de cela, les chercheurs recommandent de veiller à ce qu'il n'y ait pas d'interaction entre les unités traitées et les unités non-traitées afin d'exclure les spillovers. Dans le même ordre d'idées, il est recommandé de vérifier que l'intervention n'ait eu aucun impact avant sa mise en place. Toutefois, il convient de signaler qu'en réalité l'intervention peut avoir un impact avant sa mise en œuvre au travers par exemple des comportements anticipatifs (Abadie et al., 2010). Dans ce contexte, il est souvent recommandé de redéfinir la période T_0 de manière à ce qu'elle soit la première période à laquelle la variable de résultat puisse être affectée (Abadie et al., 2010). Il est essentiel que le choix des caractéristiques de prétraitement puisse inclure des variables qui ont le pouvoir prédictif de la trajectoire de l'unité traitée, mais ne doit pas inclure de variables qui anticipent les effets de l'intervention (Abadie et al., 2010). Par ailleurs, les variables prédictives ne doivent pas être affectées par le traitement. A côté de cela, Kaul et al. (2018) montrent que s'il est important d'inclure dans le modèle, les valeurs retardées de la variable de résultat, il n'est pas nécessaire d'inclure toutes les valeurs retardées de variable de résultat au risque de rendre toutes les autres variables prédictives inutiles. Toutefois, aucune précision n'est apportée sur le nombre de retards de la variable d'intérêt, ni sur le nombre des variables retardées. Dans l'étude d'Abadie et al. (2010) portant sur l'estimation de l'impact du programme anti-tabac sur la consommation du tabac, les auteurs utilisent trois valeurs retardées de la variable de résultat pour les années 1975, 1980 et 1988. Il convient de préciser qu'aucune justification n'est donnée quant au choix de ces années. On peut tout de même remarquer que ces années-là correspondent respectivement au début, au milieu et à la fin de la période de prétraitement, étant entendu que la période de prétraitement est de 1970-1988.

Un autre point de vigilance tout aussi important porte sur le choix de la matrice diagonale V qui contient les valeurs représentant l'importance relative de chaque variable prédictive. A ce sujet, Abadie et Gardeazabal (2003) soutiennent que le choix de V pourrait être subjectif, reflétant nos connaissances antérieures sur l'importance relative de chaque variable prédictive relative à la variable d'intérêt de l'unité traitée. Dans leur étude, ils adoptent une méthode plus éclectique, en choisissant V de telle sorte que la trajectoire réelle de la variable d'intérêt de l'unité traitée soit mieux reproduite par le contrôle synthétique qui en résulte. Le choix de V peut également être piloté par les données. Abadie et al. (2010) suivent l'idée d'Abadie et Gardeazabal (2003) et choisissent V parmi les matrices positives définies et diagonales de sorte que l'erreur de prédiction quadratique

moyenne de la variable de résultat soit minimisée pour les périodes de pré-intervention (Saia, 2017). Une possibilité consiste à choisir V de sorte que le contrôle synthétique résultant se rapproche de la trajectoire de la variable de résultat de l'unité traitée dans les périodes de pré-intervention. (Abadie et al., 2010). Abadie et al. (2015) utilisent la méthode de validation croisée pour choisir V de telle sorte que le contrôle synthétique minimise l'erreur de prédiction quadratique moyenne. Cette méthode consiste à diviser la période de prétraitement en deux : une période d'apprentissage initiale et une période de validation ultérieure. Le vecteur $W^*(V)$ est calculé en utilisant des données de la période d'apprentissage. Ensuite, la matrice V est choisie pour minimiser l'erreur de prédiction quadratique moyenne produite par les poids $W^*(V)$ pendant la période de validation. Toutefois, il convient de rappeler que cette méthode de la validation croisée n'est applicable que lorsque l'on dispose d'une longue période de prétraitement. Il arrive souvent que l'implémentation de la méthode de contrôle synthétique se heurte à deux problèmes principaux : le biais d'interpolation et le sur-ajustement. On entend par biais d'interpolation, la distance entre la fonction qui génère les valeurs de la variable de résultat relative à l'unité traitée et celle approximée via la méthode de contrôle synthétique. En d'autres termes, il s'agit de l'écart entre la trajectoire de l'unité traitée et celle générée par la méthode de contrôle synthétique. Ces biais deviennent problématiques lorsqu'ils sont sévères. Les biais d'interpolation peuvent être sévères dans certains cas, notamment si le "donor pool" contient des unités avec des caractéristiques très différentes de celles de l'unité inhérente au cas d'intérêt ou encore si la relation entre la variable de résultat et les variables explicatives dans X_{1t} et X_{jt} est fortement non linéaire (Abadie et al., 2010). Pour réduire les biais d'interpolation, Abadie et al. (2010) et Abadie et al. (2015) recommandent de limiter le "donor pool" aux unités ayant des caractéristiques similaires à celles de l'unité représentant le cas d'intérêt. Toutefois, il est souvent difficile de mettre en œuvre cette recommandation surtout lorsque l'unité traitée et les unités non-traitées sont de nature différente. Abadie et al. (2010) suggèrent de choisir les pondérations optimales W^* de sorte qu'elles puissent minimiser la distance $\|X_{1t} - X_{jt}.W\|$ plus un ensemble de termes de pénalité⁷. Pour réduire le biais d'interpolation, Costa Dias (2014) préconise de combiner le matching et la méthode de contrôle synthétique. Pour cet auteur, cette combinaison (l'appariement avant d'appliquer une méthode de contrôle synthétique) pourrait aider à assurer la comparabilité des contrôles admissibles. L'appariement se ferait sur les caractéristiques de prétraitement et la variable de résultat $(X_j, Y_{j1}, Y_{j2}, \dots, Y_{jT0})$ et ce, pendant la période de prétraitement. Cependant, il peut être impossible d'effectuer un appariement aussi étroit avec plusieurs caractéristiques $(X_j, Y_{j1}, Y_{j2}, \dots, Y_{jT0})$.

Quand au problème de sur-ajustement, il se produit lorsque les caractéristiques de

7. Les termes de pénalité sont spécifiés comme fonctions croissantes des distances entre X_{1t} et les valeurs correspondantes pour les unités de contrôle avec des poids positifs dans W .

l'unité affectée par l'intervention sont artificiellement appariées par la combinaison des variations idiosyncratiques dans un grand échantillon d'unités non affectées. Pour limiter le risque du sur-ajustement, [Abadie et al. \(2015\)](#) utilisent la méthode de validation croisée. Toutefois, il convient de rappeler que l'applicabilité de cette méthode nécessite un nombre important de périodes de pré-intervention. La raison en est que la crédibilité d'un contrôle synthétique dépend de la façon dont il suit les caractéristiques de l'unité traitée et les résultats sur une période de temps prolongée avant le traitement ([Abadie et al., 2015](#)). Il est donc recommandé de ne pas utiliser la méthode de validation croisée lorsque l'ajustement avant le traitement est faible ou lorsque le nombre de périodes de prétraitement est faible ([Abadie et al., 2010](#)). Un nombre important de périodes post-intervention peut également être nécessaire dans les cas où l'effet de l'intervention apparaît progressivement après l'intervention ou change avec le temps. Outre ces problèmes, l'on peut aussi ajouter la problématique des effets indirects. Il est tout à fait plausible qu'à un niveau agrégé, ce qui affecte une unité peut aussi affecter les autres unités. Si ce problème n'est pas pris en compte, alors l'effet estimé pourrait être biaisé. Des unités de contrôle plus similaires peuvent être plus exposées aux effets indirects ([Costa Dias, 2014](#)). Dans ce contexte, il est recommandé d'exclure du "donor pool", ces unités de contrôle. Toutefois, cette exclusion risque d'accroître la sévérité du biais d'interpolation dans la mesure où on se retrouverait uniquement avec les unités de contrôle très différentes de l'unité traitée. Par conséquent, il y a un compromis qui doit être fait entre le biais d'interpolation et les effets indirects ([Costa Dias, 2014](#)). L'une des critiques que l'on peut adresser à l'endroit de cette méthode et à juste titre est de dire que la méthode de contrôle synthétique ne contrôle pas pour les facteurs non mesurés affectant la variable de résultat ainsi que pour l'hétérogénéité inobservée pouvant influencer la variable de résultat. La réponse à cette critique est apportée par [Abadie et al. \(2010\)](#) qui expliquent leur intuition : "seules les unités semblables dans les déterminants observés et non observés de la variable de résultat ainsi que dans l'effet de ces déterminants sur la variable de résultat devraient produire des trajectoires similaires de la variable de résultat sur de longues périodes. Une fois qu'il a été établi que l'unité représentant le cas d'intérêt et l'unité de contrôle synthétique ont un comportement similaire sur de longues périodes avant l'intervention, une divergence dans la variable de résultat après l'intervention est interprétée comme produite par l'intervention elle-même". C'est aussi pour cette raison que ces auteurs soutiennent l'idée d'avoir une longue période de pré-intervention afin de vérifier que l'unité traitée et le contrôle synthétique aient des trajectoires similaires bien longtemps avant l'intervention et que tout écart entre les deux trajectoires juste après le traitement soit bien l'œuvre du traitement.

4.3.2 Modèle à tendance aléatoire

Le modèle à tendance aléatoire est spécifié de la même manière que le modèle à effets fixes à la seule différence que l'on rajoute un paramètre permettant de capter l'effet de la tendance temporelle individuelle spécifique à chaque entreprise.

Considérons une forme extensive du modèle à tendance aléatoire standard (Wooldridge, 2002) :

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1.IRT_{i,t} + \beta_2.X_{it} + secteur_i + c_i + \theta_t + g_i.t + \varepsilon_{it}$$

Comme nous pouvons le constater, la seule différence entre le modèle à effets fixes et le modèle à tendance aléatoire est l'expression : $g_i.t$. Dans ce contexte, nous allons expliquer uniquement cette expression, dans la mesure où tous les autres paramètres et variables du modèle à effets fixes ont été explicités dans l'annexe. L'expression " $g_i.t$ " représente la tendance spécifique à chaque entreprise, avec g_i qui dénote la pente spécifique à l'entreprise i . C'est en cette composante que se situe la spécificité du modèle à tendance aléatoire. En effet, ce modèle autorise que chaque grande entreprise ait sa propre tendance. Cela permet ainsi de contrôler pour les comportements stratégiques de l'entreprise qui varient dans le temps. L'idée sous-jacente de ce modèle consiste au-delà des effets fixes individuels et temporels, à contrôler pour toutes les caractéristiques non observées et qui varient dans le temps. La tendance spécifique à un individu est une source additionnelle de l'hétérogénéité. β_1 : Représente notre paramètre d'intérêt. Pour estimer les paramètres, Wooldridge (2002) propose de commencer par différencier le modèle afin de supprimer toutes les variables non observées et stables dans le temps (c_i). Étant donné que la variable " $secteur_i$ " ne change pas au cours du temps, cette différenciation première va l'éliminer. Ainsi, en différenciant l'équation (1), on élimine effectivement c_i et " $secteur_i$ ", et on obtient l'équation (2).

$$Y_{it} - Y_{it-1} = \beta_0 - \beta_0 + \beta_1(IRT_{it} - IRT_{it-1}) + \beta_2(X_{it} - X_{it-1}) + (Secteur_i - Secteur_i) + (c_i - c_i) + (\theta_t - \theta_{t-1}) + g_i t - g_i(t-1) + (\varepsilon_{it} - \varepsilon_{it-1}) \quad (4.8)$$

$$\Delta Y_{it} = \beta_1 \Delta IRT_{it} + \beta_2 \Delta X_{it} + g_i + \eta_t + \Delta \varepsilon_{it}$$

Nous constatons que l'équation (2) n'est rien d'autre qu'un modèle à effets fixes standard, avec des variables différenciées ; avec g_i indiquant les effets fixes individuels et $\eta_t = \theta_t - \theta_{t-1}$ indiquant les effets fixes temporels. Par conséquent, il est facile d'estimer ses paramètres, par l'estimateur des effets fixes. Par ailleurs, en différenciant l'équation

(1) pour les variables stables, nous perdons une période de temps, de sorte que l'équation (2) s'applique à $T - 1$ périodes. Les coefficients peuvent être estimés de manière cohérente dans le modèle de tendance aléatoire si seulement si $T \geq 3$.

Dans notre cas d'étude, le nombre de périodes est largement supérieur à 3. Par conséquent, nous pouvons estimer le modèle à tendance aléatoire avec nos données. A notre connaissance, le modèle de tendance aléatoire n'a jamais été utilisé pour estimer l'effet d'un programme sur une unité microéconomique. En revanche, on retrouve dans la littérature des études empiriques qui utilisent cette méthode pour évaluer l'impact des interventions sur les unités agrégées c'est-à-dire macroéconomiques (voir les travaux de Papke, 1994 ; Friedberg, 1998).

4.4 Données et statistiques descriptives

4.4.1 Données

Nous utilisons les données de panel annuelles à l'échelle de l'entreprise pour la période 1998-2015. Les IRT Rhônalpins ont été créés de manière effective en 2012, ce qui nous a donné 14 ans de données pré-traitement et 4 années de données post-traitement. Notre période d'échantillonnage commence en 1998 en raison de l'indisponibilité des données pour la majorité des entreprises avant cette année et se termine en 2015 en raison de l'indisponibilité des données après l'année 2015. Les sources d'informations que nous avons utilisées pour construire notre échantillon sont : Ficus & Fare (ce fichier, issu des liasses fiscales, est produit par le ministère des finances (DGFIP⁸) et l'Insee) ; DADS (ce fichier qui contient les informations sur les postes de travail, les caractéristiques individuelles du salarié et quelques informations sur l'employeur, est produit par l'Insee) ; Enquête R&D (cette base contient les informations sur les moyens humains et financiers consacrés à la R&D. Elle est produite par le ministère de l'Education nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche), Gecir⁹(cette base est produite par le ministère des finances (DGFIP) et les données internes des deux IRT Rhônalpins. A titre d'information, les données de la base Gecir sont disponibles uniquement de 2008 à 2014. Dans notre étude, le traitement est défini étant le fait d'être membre fondateur privé de l'IRT. Ainsi, les unités traitées sont les grandes entreprises, membres fondateurs privés des IRT Rhônalpins. Elles sont au nombre de quatre dont deux dans chacun des IRT. Rappelons que dans le cadre de la mise en œuvre de la méthode contrôle synthétique, il est idéalement recommandé de choisir les entreprises non-traitées dont les valeurs pré-traitement des variables prédictives et de la variable de résultat sont similaires à celles

8. Direction Générale des Finances Publiques

9. il s'agit de la base reportant les informations sur les montants du Crédit Impôt recherche. Les données dans cette base sont disponibles uniquement de 2008 à 2014

des mêmes variables de l'entreprise traitée. Cela implique de sélectionner les entreprises de contrôle qui ressemblent à l'entreprise traitée en termes de valeurs pré-traitement des variables prédictives et de la variable de résultat c'est-à-dire pour toutes les années de pré-traitement (14 années). Dans le cadre de notre travail, nous avons 6 variables dépendantes (*dépenses totales de R&D nettes des fonds publics, dépenses intérieures de R&D, dépenses extérieures de R&D, autofinancement de R&D, intensité de R&D et effectif de R&D*) et 10 variables indépendantes (*chiffre d'affaires, capitaux propres, effectif total, financement public, financement privé, dépenses de R&D en capital, crédit impôt recherche, part des cadres, part des exportations et nombre d'établissements*) (voir [tableau 4.1](#)) et 14 années de pré-traitement. Compte tenu du nombre de variables et du nombre d'années de pré-traitement, nous n'avons pas pu identifier les entreprises de contrôle potentielles. Dans le souci d'augmenter nos chances de sélectionner les entreprises contrefactuelles, nous avons modéré les critères de sélection. C'est ainsi que nous avons introduit 3 filtres pour construire notre échantillon. Le premier filtre porte sur les variables de sélection, le deuxième filtre repose sur les marges de sélection et le troisième est basé sur les années de pré-traitement. S'agissant du premier, nous avons choisi deux variables de sélection qui sont le chiffre d'affaires et les dépenses totales de R&D, au lieu d'utiliser toutes les variables comme variables de sélection. Nous nous sommes limités uniquement à deux variables car plus on augmente le nombre de variables, moins on a de chances de trouver les entreprises contrefactuelles. Le choix de ces deux variables se justifie par la nécessité de sélectionner les entreprises de taille similaire qui possèdent un volume d'activité de R&D qui soit proche de celui des entreprises traitées (entreprises IRT). Par ailleurs, pour augmenter nos chances de sélectionner un nombre plus important d'entreprises non-traitées, nous avons fixé une marge de sélection égale à plus ou moins 33% des valeurs des variables de sélection, c'est-à-dire que nous avons sélectionné les entreprises non-traitées dont les valeurs du chiffre d'affaires et des dépenses totales de R&D sont comprises entre $(1-0.33)$ fois les valeurs du chiffre d'affaires et les dépenses totales de R&D et $(1+0.33)$ fois les valeurs du chiffre d'affaires et les dépenses totales de R&D des entreprises traitées. Pour ce qui concerne les années de sélection, nous avons choisi de considérer 3 années sur toute la période de prétraitement, correspondant au début, au milieu et à la fin de cette période. Il s'agit donc des années 1999 ou 2000, 2004 ou 2005 et 2011 ou 2010. Concrètement, il s'agit de sélectionner toutes les entreprises non-traitées dont les valeurs du chiffre d'affaires et des dépenses totales de R&D pour les années (1999 ou 2000), (2004 ou 2005) et (2010 ou 2011) sont similaires à celles du chiffre d'affaires et des dépenses totales de R&D des entreprises traitées. La mise en place de ces filtres nous a permis de constituer un échantillon de 34 entreprises non-traitées potentielles observées sur la période 1998-2015.

Afin d'être sûr qu'aucune des 34 entreprises contrefactuelles n'ait bénéficié des actions des autres 6 IRT Français, une recherche minutieuse a été menée sur chacune de ces 34 entreprises afin de vérifier qu'elles n'ont ni bénéficié des actions des 6 autres IRT, ni ne

sont les filiales des grandes entreprises ayant été bénéficiaires. Cette action a conduit à supprimer 12 entreprises, ce qui a amené notre échantillon à 22 entreprises de contrôle. En rajoutant les 4 entreprises traitées à ces 22 entreprises de contrôle, nous obtenons les données de panel équilibré de 26 entreprises observées de 1998 à 2015, ce qui représente un nombre d'observations égal à 468.

L'utilisation des données panel offre au moins trois avantages. Le premier avantage est l'augmentation de la précision de l'estimation qui s'explique par l'augmentation du nombre d'observations due à la combinaison ou la mise en commun de plusieurs périodes de données pour chaque unité (grande entreprise). Le deuxième avantage porte sur la possibilité de contrôler l'hétérogénéité inobservée de chaque grande entreprise traitée et donc de séparer les effets des caractéristiques individuelles des évolutions temporelles en raison de la double dimension individuelle et temporelle des données de panel. Ce deuxième avantage est important pour notre principal problème relatif à la singularité des grandes entreprises qui rend difficile la mise en place de l'analyse contre-factuelle. Le troisième et dernier avantage est la possibilité d'en apprendre davantage sur la dynamique du comportement individuel, ce qui n'est pas faisable en présence des données transversales.

TABLE 4.1 – Liste des variables dépendantes et indépendantes

	Abréviation	Description	Unité
Variables dépendantes			
Les dépenses totales de R&D nettes des financements publics	BUDGETOT_NET	Les dépenses totales de R&D moins les financements publics. Les données sont disponibles de 1998 à 2015	En milliers d'euros
Les dépenses intérieures de R&D	DIRD	Somme entre les dépenses courantes de R&D et les dépenses de R&D en capital, effectuées à l'intérieur de l'entreprise. Les données sont disponibles de 1998 à 2015	En milliers d'euros
Les dépenses extérieures de R&D	DERD	L'ensemble des dépenses de R&D effectuées à l'extérieur de l'entreprise. Les données sont disponibles de 1998 à 2015	En milliers d'euros
L'autofinancement de R&D	FINANC_PRO	Le financement par les fonds propres de l'entreprise. Les données sont disponibles de 1998 à 2015	En milliers d'euros
L'intensité de R&D	INTENSITE_RD	Rapport entre les dépenses totales de R&D nettes des fonds publics et le chiffre d'affaires. Les données sont disponibles de 1998 à 2015	
L'effectif de R&D	EFFRD_PP	Les données sont disponibles de 1998 à 2015	En personnes physiques
Variables indépendantes			
Le chiffre d'affaires total	CATOTAL	Les données sont disponibles de 1998 à 2015	En milliers d'euros
Les capitaux propres	KP	Les données sont disponibles de 1998 à 2015	En milliers d'euros
Effectif total	EFFECTIF	Les données sont disponibles de 1998 à 2015	En personnes physiques
Financement public	FINANC_PUB	L'ensemble des financements de R&D provenant du secteur public (Subventions, etc.). Les données sont disponibles de 1998 à 2015	En milliers d'euros
Financement privé	FINANC_PRI	L'ensemble des financements de R&D provenant du secteur privé (entreprises privées, etc.). Les données sont disponibles de 1998 à 2015	En milliers d'euros
Dépenses de R&D en capital	D_CAPITAL	L'ensemble des dépenses de R&D relatives à l'acquisition des machines et équipements de R&D. Les données sont disponibles de 1998 à 2015	En milliers d'euros
Le crédit impôt recherche	CIR	Les données sont disponibles de 2008 à 2014	En milliers d'euros
Part des cadres	PART_CADRE	Rapport entre le nombre de cadres et l'effectif total. Les données sont disponibles de 1998 à 2015	
Part des exportations	PART_EXPORT	Rapport entre les exportations et le chiffre d'affaires. Les données sont disponibles de 1998 à 2015	
Nombre d'établissements	NB_ETA	Le nombre d'établissements que possède l'entreprise. Les données sont disponibles de 1998 à 2015	
Variable de traitement	IRT	Variable dummy qui prend la valeur 1 en 2012, 2013, 2014 et 2015 si l'entreprise a bénéficié des actions de l'un des 2 IRT Rhônalpins et 0 sinon	

4.4.2 Statistiques descriptives

4.4.2.1 Localisation des grandes entreprises traitées

La revue de littérature a révélé que l'une des difficultés à évaluer l'impact des politiques publiques sur les grandes entreprises réside dans le fait que seuls quelques établissements de la grande entreprise bénéficient effectivement d'une politique publique alors que l'évaluation a tendance à considérer l'entièreté de la grande entreprise. Afin de prendre en compte cette difficulté dans notre analyse, nous avons identifié tous les établissements de chaque grande entreprise traitée, et pour chacun des établissements, nous avons identifié sa localisation, son effectif total et sa part de cadres. Pour des raisons de confidentialité, nous ne pouvons malheureusement pas publier les résultats. Ces résultats indiquent qu'en moyenne 82,23% de l'effectif total et 83,14% de la part des cadres sont localisés dans la zone traitée (Région Auvergne Rhône-Alpes). Cela suppose donc qu'une forte proportion est impliquée dans la politique des IRT.

4.4.2.2 Analyse comparative entre le groupe traité et le groupe non-traité

Dans le souci de vérifier si les entreprises non-traitées de notre échantillon peuvent constituer un groupe de contrôle approprié pour nos 4 entreprises bénéficiaires (membres fondateurs privés des IRT Rhônalpins), nous avons effectué une analyse comparative entre le groupe des entreprises bénéficiaires et le groupe des entreprises non-bénéficiaires en termes de caractéristiques de pré-traitement et de variables de résultat.

Le tableau 4.2 présente les résultats de comparaison des variables de résultat d'une part et d'autre part, des variables de pré-traitement entre le groupe des grandes entreprises bénéficiaires et le groupe de contrôle sur toute la période de pré-traitement (1998-2011). L'analyse des variables de résultat montre clairement que le groupe traité et le groupe de contrôle ne sont pas statistiquement comparables dans la mesure où les différences entre ces deux groupes en termes de dépenses totales de R&D nettes des fonds publics, de dépenses intérieures de R&D, de dépenses extérieures de R&D, d'autofinancement de R&D, de l'intensité de R&D et de l'effectif de R&D sont statistiquement significatives à 1%. On constate qu'avant l'implémentation des IRT Rhônalpins, les grandes entreprises traitées consacraient en moyenne au moins 3 fois plus de ressources financières et humaines aux activités de R&D comparativement aux entreprises non-traitées. Quant à l'analyse des variables de pré-traitement, on peut observer que toutes ces variables à l'exception du "chiffre d'affaires", de la "part des cadres" et du "nombre d'établissements", possèdent des valeurs en moyenne différentes dans les deux groupes des bénéficiaires et des contrôles. Plus précisément, les différences entre

TABLE 4.2 – Comparaison entre les entreprises traitées et de contrôle sur la période pré-traitement (1998-2011)

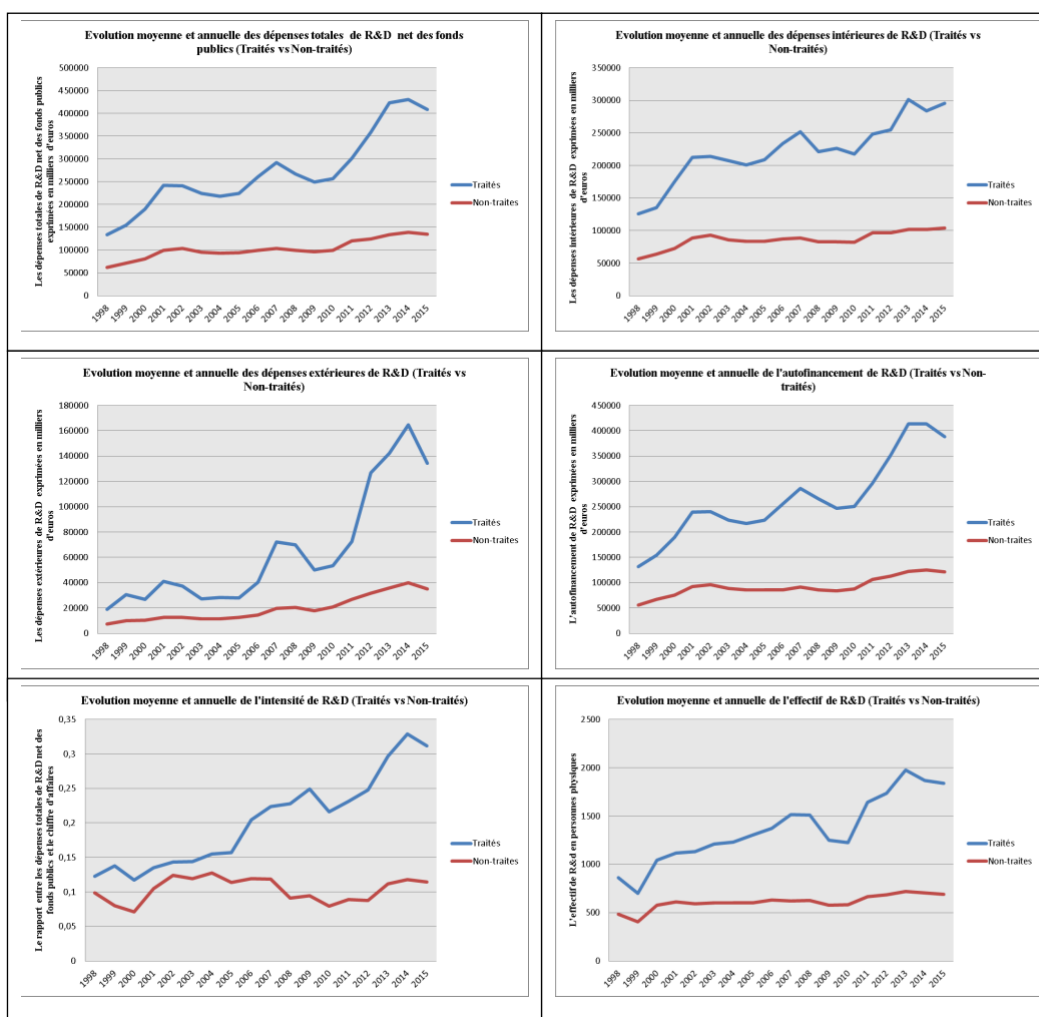
Variabes	Groupe traité Moyenne	Groupe de contrôle Moyenne	Différence
Variabes dépendantes			
Dépenses totales de R&D nettes (1)	232 476	68 815	163 661***
Dépenses intérieures de R&D (1)	205 468	59 352	146 116***
Dépenses extérieures de R&D (1)	42 590	9 792	32 798***
Autofinancement de R&D (1)	229 819	58 517	171 302***
Intensité de R&D	0,17595	0,08874	0,08721***
Effectif de R&D	1 222	468	754***
Variabes indépendantes			
Chiffre d'affaires (1)	1 591 081	1 326 125	264 956
Effectif	6 419	5 261	1 158*
Capitaux propres (1)	1 540 272	781 748	758 524***
Financement public (1)	15 582	299	15 283***
Financement privé (1)	2 657	10 044	-7 387***
Dépenses en capital (1)	39 079	7 571	31 508***
Part des cadres	0,289	0,272	0,017
Part des exportations	0,711	0,566	0,144***
Nombre d'établissements	18	19	-1
Nombre d'entreprises	4	22	

Notes : Les signes ***, ** et * correspondent respectivement aux différences statistiquement significatives au niveau 1%, 5% et 10%. (1) : Les variables sont en milliers d'euros.

ces deux groupes en termes d'effectif total, des capitaux propres, des fonds publics, des fonds privés, des dépenses en capital et de la part des exportations et du chiffre d'affaires sont statistiquement significatives. Par ailleurs, on remarque que les grandes entreprises traitées possédaient en moyenne des valeurs des variables de prétraitement supérieures à celles des entreprises de contrôle, à l'exception de deux variables : le financement privé et le nombre d'établissements. En somme, compte tenu des différences significatives sur plusieurs variables, on peut dire que les 22 entreprises non-traitées ne constituent pas un bon contrefactuel pour les 4 entreprises traitées.

La figure 4.1 met en parallèle les tendances relatives au groupe traité et non-traité pour chacun des indicateurs d'input de R&D. De manière générale, on peut visuellement constater que le groupe des entreprises bénéficiaires et celui des entreprises non bénéficiaires n'ont pas les mêmes trajectoires de prétraitement et ce, quel que soit l'indicateur d'input de la recherche. Néanmoins, une observation plus fine montre que le groupe des traités et le groupe des non-traités connaissent des trajectoires assez similaires sur certaines plages d'années. Par ailleurs, on peut aussi noter la présence des pics et creux dans ces courbes, représentant ainsi les périodes de croissance et de récession, ce qui laisse penser qu'elles pourraient correspondre aux effets des stratégies (fusion, acquisition, cession, etc.) mises en place par certaines de ces grandes entreprises. On constate aussi que ces pics et creux sont souvent communs à la fois à la trajectoire des entreprises traitées et à celle des entreprises non-traitées, ce qui pourrait suggérer l'existence

FIGURE 4.1 – Evolution moyenne et annuelle des indicateurs d'input de recherche (traités vs non-traités)



des effets fixes temporels et, parfois spécifiques à la trajectoire des entreprises traitées, ce qui peut suggérer l'existence des chocs annuels individuels. Toutes ces observations nous permettent de tirer quelques conclusions. La première est que le groupe d'entreprises non-traitées de notre échantillon ne constitue pas un bon groupe contrefactuel si l'on considère toute la période de pré-traitement. Par conséquent, il faut donc déterminer comme le suggère la méthode de contrôle synthétique, la combinaison linéaire pondérée des entreprises non-traitées qui constituerait un groupe contrefactuel valide. La deuxième conclusion est relative à la méthode de la double différence. Cette dernière semble ne pas être adaptée pour évaluer l'effet des IRT Rhônalpins sur les grandes entreprises dans la mesure où l'hypothèse fondamentale des tendances communes, qui stipule implicitement que le groupe des traités et celui des non-traités doivent avoir des trajectoires similaires pendant la période de pré-traitement, est biaisée. La troisième conclusion porte sur la spécification de notre modèle qui doit permettre de prendre en compte aussi bien les chocs annuels communs que les chocs annuels individuels. Dans ce contexte, le modèle à tendance aléatoire semble être approprié en ce sens qu'il permet de contrôler une autre source d'hétérogénéité qui est représentée par la tendance linéaire individuelle, spécifique à chaque grande entreprise.

4.4.2.3 Résumés statistiques des entreprises bénéficiaires et non-bénéficiaires

Cette sous-section vise à analyser l'évolution (avant et après le traitement) des indicateurs d'input de R&D des grandes entreprises, qu'elles soient traitées ou non.

Le tableau 4.3 reporte les résumés statistiques des variables dépendantes et indépendantes relatives uniquement aux grandes entreprises traitées. Sur toute la période d'étude, on constate que les grandes entreprises traitées ont en moyenne enregistré les dépenses totales de R&D nettes des fonds publics à hauteur de 270 millions d'euros et que ces dépenses ont été majoritairement réalisées à l'intérieur de l'entreprise à hauteur de 232 millions d'euros et minoritairement à l'extérieur de l'entreprise avec une dépense extérieure égale à environ 64 millions d'euros. Il convient aussi de noter que les dépenses totales de R&D de ces grandes entreprises sont en grande partie autofinancées (265 millions d'euros). Pour ce qui de l'intensité de R&D et de l'effectif de R&D, on constate que ces grandes entreprises ont en moyenne consacré environ 20% de leur chiffre d'affaires aux dépenses totales de R&D nettes des fonds publics et ont eu en moyenne un effectif de R&D égal à 1362 personnes physiques. L'analyse de l'écart-type montre une forte dispersion autour des moyennes de ces variables de résultat, indiquant ainsi une hétérogénéité forte entre les grandes entreprises traitées. Une analyse similaire peut être observée sur les variables indépendantes. L'analyse de l'évolution des grandes entreprises

TABLE 4.3 – Résumés statistiques des grandes entreprises traitées (entreprises IRT)

	Moyenne	Moyenne (Avant)	Moyenne (Après)	Médiane	Médiane (Avant)	Médiane (Après)
Variables dépendantes						
Dépenses totales de R&D nettes (1)	270 795	232 476	404 912	223 993	196 253	352 062
Dépenses intérieures de R&D (1)	222 851	205 468	283 691	169 617	156 924	239 320
Dépenses extérieures de R&D (1)	64 644	42 590	141 835	37 637	34 854	47 653
Autofinancement de R&D (1)	265 809	229 819	391 776	216 479	196 095	350 868
Intensité de R&D	0,203	0,17	0,296	0,1581	0,1498	0,1718
Effectif de R&D	1362	1222	1853	939	911	1457
Variables indépendantes						
Chiffre d'affaires (1)	1 611 946	1 591 081	1 684 976	1 169 307	1 169 307	1 264 589
Effectif	6 021	6 419	4 629	4 786	4 801	4 398
Capitaux propres (1)	1 799 205	1 540 272	2 705 468	1 152 000	1 179 304	1 149 161
Financement public (1)	16 700	15 582	20 615	1 621	1 621	1 633
Financement privé (1)	4 986	2 657	13 136	535	345	1 241
Dépenses en capital (1)	62 002	39 079	142 230	14 028	10 268	94 160
Part des cadres	0,309	0,29	0,374	0,2928	0,2928	0,2717
Part des exportations	0,731	0,711	0,801	0,7733	0,749	0,803
Nombre d'établissements	16	18	8	7	7	6
IRT	0,222	0	1	0	0	1
Nombre d'observations	72	56	16	72	56	16

Notes : "Avant" : 1998-2011, "Après" : 2012-2015. (1) : Les variables sont en milliers d'euros.

traitées indique une forte croissance des valeurs de toutes les variables de résultat. A titre d'exemple, les dépenses totales de R&D nettes des fonds publics sont passées d'environ 232 millions d'euros avant le traitement à 404 millions d'euros après le traitement. Parmi toutes ces variables, on peut souligner la forte croissance des dépenses extérieures de R&D dont la valeur a plus que triplé (de 42 millions d'euros à 141 millions d'euros). En ce qui concerne les variables indépendantes, on observe la même évolution positive pour l'ensemble des variables à l'exception de "l'effectif total" et du "nombre d'établissements" qui ont connu une évolution négative. Les grandes entreprises traitées ont perdu plus de la moitié de leurs établissements après le traitement (passant de 18 à 8 établissements). Les entreprises non-traitées ont-elles connu la même évolution ?

Le tableau 4.4 reporte les résumés statistiques des variables dépendantes et indépendantes relatives uniquement aux grandes entreprises non-traitées. L'analyse de l'évolution des grandes entreprises non-traitées indique une forte croissance des valeurs des variables de résultat à l'exception de "l'intensité de R&D" qui a connu une légère baisse (de 0.089 à 0.074). Quant aux variables indépendantes, on observe la même évolution positive pour toutes les variables à l'exception de "l'effectif total", de la "part des exportations" et du "nombre d'établissements" qui ont connu une légère évolution négative. Par ailleurs, il convient de souligner que la croissance des variables de résultat est beaucoup plus élevée pour les entreprises traitées que pour les entreprises non-traitées.

TABLE 4.4 – Résumés statistiques des grandes entreprises non-traitées (entreprises hors IRT)

	Moyenne	Moyenne (Avant)	Moyenne (Après)	Médiane	Médiane (Avant)	Médiane (Après)
Variables dépendantes						
Les dépenses totales de R&D nettes	72 085	68 815	83 529	39 116	38 270	42 376
Les dépenses intérieures de R&D	61 175	59 352	67 554	30 640	30 840	27 087
Les dépenses extérieures de R&D	11 240	9 792	16 307	2 736	2 417	3 529
L'autofinancement de R&D	61 229	58 517	70 718	26 859	26 520	32 634
L'intensité de R&D	0,085	0,089	0,074	0,048	0,05	0,034
L'effectif de R&D	473	468	490	232	224	267
Variables indépendantes						
Chiffre d'affaires	1 345 221	1 326 125	1 412 058	911 594	871 046	1 031 999
Effectif	5 063	5 261	4 670	3 420	3 459	3 364
Capitaux propres	877 759	781 748	1 213 799	370 516	370 516	373 766
Financement public	306	299	332	0	0	0
Financement privé	10 659	10 044	12 811	0	0	0
Dépenses de R&D en capital	11 844	7 571	26 798	1 804	1 770	1 935
Part des cadres	0,287	0,273	0,336	0,22	0,22	0,283
Part des exportations	0,559	0,567	0,53	0,45	0,437	0,506
Nombre d'établissements	18	19	16	9	8	9
IRT	0	0	0	0	0	0
Nombre d'observations	396	308	88	396	308	88

Notes : "Avant" : 1998-2011, "Après" : 2012-2015.

En conclusion, nous tirons quelques enseignements de ces statistiques descriptives. Le premier enseignement est que les 22 entreprises non-traitées semblent ne pas constituer un bon groupe contrefactuel au regard des différences significatives qui existent entre le groupe des entreprises traitées et le groupe des entreprises non-traitées. On peut aussi noter que ces deux groupes sont statistiquement similaires en termes de chiffre d'affaires, de part de cadres et du nombre d'établissements. Le deuxième enseignement repose sur le fait que les valeurs des variables dépendantes et indépendantes sont généralement plus élevées chez les grandes entreprises traitées comparativement aux grandes entreprises non-traitées. Le troisième enseignement est que les entreprises traitées et non-traitées ont connu une évolution positive pendant la période post-traitement, au regard des variables dépendantes et indépendantes, à l'exception de quelques variables notamment "l'effectif total" et "le nombre d'établissements". Il est aussi important de souligner la forte baisse (plus de la moitié) du nombre d'établissements des grandes entreprises traitées entre le début et la fin de la période d'étude, tandis que ce nombre reste stable pour les grandes entreprises non-traitées. L'évolution positive des variables est beaucoup plus importante pour les grandes entreprises traitées que pour leurs homologues non-traitées. Toutefois, rien ne prouve que ces évolutions positives soient l'œuvre de la participation aux IRT Rhônealpins des grandes entreprises. En d'autres termes, le lien de causalité n'est pas encore établi entre la croissance des indicateurs d'input de R&D et la participation aux IRT Rhônealpins. Ce lien sera analysé à travers différents mo-

dèles d'évaluation, explicités à la section 4.3. Les résultats d'estimation de ces modèles sont présentés à la section suivante.

4.5 Les résultats d'estimation

Dans cette section, nous présentons les résultats d'estimation obtenus via les 4 méthodes d'évaluation : la méthode de différence-en-différence, le modèle à effets fixes, le modèle à tendance aléatoire et la méthode de contrôle synthétique. Il est important de rappeler que les trois premières méthodes cherchent à évaluer l'effet moyen des IRT Rhônealpins tandis que la dernière méthode évalue de façon individuelle l'effet des IRT Rhônealpins (c'est-à-dire sur chacune des 4 entreprises traitées). Pour rappel, les données sur la variable exogène "crédit impôt recherche", sont disponibles uniquement de 2008 à 2014. Or, notre période d'étude couvre la plage d'années 1998-2015. Compte tenu de l'importance de cette variable dans le paysage des aides publiques, il est primordial que cette dernière soit prise en compte dans les estimations. Pour ce faire, notre stratégie consiste à calculer les estimations sur trois échantillons, avec l'idée d'analyser l'influence de la variable "CIR" : *Le premier échantillon* est l'échantillon total mais qui ne contient pas la variable "CIR". Sa taille est de 468 observations. *Le deuxième échantillon* est constitué des mêmes variables que l'échantillon total à la seule différence que les entreprises sont observées de 2008 à 2014 (plage d'années correspondant à la disponibilité des données sur le "CIR". Sa taille est de 182 observations. *Le troisième échantillon* est le deuxième échantillon auquel on ajoute la variable "CIR". Sa taille est aussi de 182 observations. Ces trois échantillons seront respectivement appelés "Echantillon total", "Echantillon réduit sans CIR" et "Echantillon réduit avec CIR".

4.5.1 Les résultats de la méthode de différence-en-différence

Le tableau 4.5 reporte les résultats d'estimation obtenus via la méthode de la double différence. Pour chaque type d'échantillon, sont présentés à la première et deuxième colonne les effets estimés respectivement avec l'estimateur des moindres carrés ordinaires (OLS) et avec l'estimateur de la double différence. On constate qu'avec l'échantillon total, les résultats de la méthode de la double différence laissent penser qu'il y aurait un effet positif et significatif sur tous les 6 indicateurs d'input de R&D alors qu'avec l'échantillon réduit, on aurait plutôt un effet positif et significatif sur 3 indicateurs. Il s'agit des dépenses totales de R&D nettes des fonds publics, des dépenses extérieures de R&D et de l'autofinancement de R&D. Cela reviendrait à dire que quelque soit l'échantillon utilisé, on observerait les effets sur au moins trois indicateurs d'input de R&D. Pour ces indicateurs, on constate que l'ampleur des effets est relativement identique dans l'échantillon total et

TABLE 4.5 – Les résultats d'estimation via la méthode de double différence

Variables dépendantes	Echantillon total		Echantillon réduit	
	OLS	Diff-en-Diff	OLS	Diff-en-Diff
Les dépenses totales de R&D nettes(1)	144 699***	157 722***	151 164***	128 228**
Les dépenses intérieures de R&D(1)	46 979***	70 020**	48 725***	46 093
Les dépenses extérieures de R&D(1)	98 618***	92 731***	101 079***	81 484***
L'autofinancement de R&D(1)	144 769***	149 757***	151 164***	119 972**
L'intensité de R&D	0,095***	0,135**	0,077***	0,0524
L'effectif de R&D(2)	401 282***	609**	353***	440

Notes : 1% (***); 5% (**); 10% (*). (1). En milliers d'euros; (2). En personnes physiques

dans l'échantillon réduit. En conclusion, les estimations via la méthode de la double différence semblent indiquer un effet positif compris entre 128 millions d'euros et 157 millions d'euros sur les dépenses totales de R&D nettes, un effet positif compris entre 81 millions d'euros et 92 millions d'euros sur les dépenses extérieures de R&D et enfin un effet positif compris entre 119 millions d'euros et 149 millions d'euros sur l'autofinancement de R&D. Il n'est pas sans intérêt de souligner le signe positif des 3 autres indicateurs non significatifs. Toutefois, il convient de rappeler que les résultats obtenus à l'aide de la méthode de différence-en-différence sont fournis à titre indicatif et ne sont en aucun cas robustes car l'échantillon des entreprises non-traitées n'est pas représentatif des entreprises traitées (comme le montrent les statistiques descriptives). La raison pour laquelle nous avons décidé d'utiliser cette méthode est que c'est l'une des méthodes d'évaluation les plus utilisées dans la littérature de l'évaluation. Notre but est de montrer que cette méthode n'est pas appropriée pour évaluer les grandes entreprises.

4.5.2 Les résultats du modèle à effets fixes

Nous discutons ici les résultats d'estimation du modèle à effets fixes utilisé pour estimer l'effet direct des IRT Rhônealpins sur les indicateurs d'input de R&D des grandes entreprises.

Nos résultats (*tableaux 4.6 et 4.7*) semblent indiquer que les IRT Rhônealpins ont eu un effet positif et significatif sur les moyens financiers et humains de R&D des grandes entreprises appartenant à ces IRT, au cours de la période 2012-2015. Ces effets estimés semblent se stabiliser sur les 3 types d'échantillon utilisés. Plus précisément, les estima-

tions du modèle à effets fixes indiquent un effet positif compris entre 115 millions d'euros et 123 millions d'euros sur les dépenses totales de R&D nettes des fonds publics, un effet positif compris entre 37 millions d'euros et 46 millions d'euros sur les dépenses intérieures de R&D, un effet positif compris entre 70 millions et 83 millions sur les dépenses extérieures de R&D, un effet positif compris entre 116 millions et 121 millions d'euros sur l'autofinancement de R&D, un effet positif compris entre 4,3% et 10% sur l'intensité de R&D et enfin un effet positif compris entre 418 et 448 personnes physiques sur l'effectif de R&D. Ces résultats nous enseignent que les dépenses totales de R&D nettes ont été en grande partie exécutées à l'extérieur de l'entreprise au travers des collaborations et des sous-traitances. Par ailleurs, ces dépenses ont été majoritairement autofinancées par les entreprises traitées. A travers ces résultats, on pourrait aussi tirer un enseignement sur le profil des grandes entreprises bénéficiaires des actions des IRT Rhônealpins. On constate que les dépenses totales de R&D nettes sont influencées positivement par le chiffre d'affaires, les capitaux propres et le crédit impôt recherche et négativement par le nombre d'établissements. Cela pourrait suggérer que les IRT Rhônealpins ont un effet positif et significatif sur les grandes entreprises dont le chiffre d'affaires, les capitaux propres, le crédit impôt recherche sont importants et dont le nombre d'établissements est faible. Pour les autres indicateurs, on peut constater que les dépenses intérieures de R&D sont influencées positivement par le chiffre d'affaires, les capitaux propres, les fonds privés et la part des cadres. Les dépenses extérieures de R&D sont positivement influencées par les capitaux propres et le crédit impôt recherche et négativement par le nombre d'établissements. L'autofinancement de R&D est positivement influencée par le chiffre d'affaires, les capitaux propres, le crédit impôt recherche et négativement par les fonds privés et le nombre d'établissements. L'intensité de R&D est positivement influencée par les fonds privés, la part des cadres et la part des exportations. L'effectif de R&D est positivement influencé par le chiffre d'affaires et le crédit impôt recherche.

Pour tester la robustesse de nos résultats, nous cherchons à savoir si les effets moyens estimés ne seraient pas influencés par une entreprise ou un petit nombre d'entreprises, étant donné le très faible nombre d'entreprises traitées en l'occurrence quatre. L'analyse statistique des 4 entreprises traitées prises dans leur ensemble a révélé que les valeurs moyennes des indicateurs d'input sont très influencées par une entreprise traitée (on l'appellera l'entreprise A pour des raisons de secrets statistiques). Par ailleurs, l'analyse de la tendance des indicateurs de cette entreprise montre que cette dernière a connu un choc positif important juste un an avant le traitement c'est-à-dire en 2011 ; ce qui pourrait avoir des conséquences importantes sur les effets estimés, d'où la nécessité d'en prendre compte dans nos analyses.

La recherche d'informations sur l'historique de cette entreprise a révélé qu'elle a fait plusieurs acquisitions importantes en France au milieu de l'année 2010, dont les effets se sont reportés en 2011. Pour capter l'effet de ce choc important, nous avons cherché contrôler pour la variation annuelle entre 2011 et 2010. Pour cela, nous avons

spécifié une variable indépendante spécifique à l'entreprise A. Cette variable appelée Δ_A2011_2010 est la différence entre une variable dummy qui prend la valeur 1 pour l'entreprise A, en 2011 et une variable dummy qui prend la valeur 1 pour l'entreprise A en 2010. En introduisant cette variable dans notre modèle, les résultats demeurent stables et cette variable possède un coefficient positif et significatif pour la majorité de nos indicateurs d'input de R&D.

Il convient de rappeler que la limite du modèle à effets fixes réside dans son incapacité à prendre en compte la tendance individuelle linéaire, spécifique à chaque entreprise. Or, il se trouve que les grandes entreprises, fortement hétérogènes, sont souvent sujettes à des chocs antérieurs individuels (les acquisitions, les cessions, etc.) qui ne seront pas sans conséquence sur leurs performances actuelles. Cela justifie l'utilisation du modèle à tendance aléatoire, qui a l'avantage de contrôler pour cette deuxième source d'hétérogénéité.

4.5.3 Les résultats du modèle à tendance aléatoire

Cette sous-section présente les évidences empiriques de l'effet direct des IRT Rhônalpins sur les inputs de R&D des grandes entreprises. Tout comme le modèle à effets fixes, nous estimons le modèle à tendance sur les 3 types d'échantillon décrits à l'introduction de la *section* 4.5. Nous supposons qu'il y a un véritable effet lorsque ce dernier sera significatif sur les 3 types d'échantillon. Nous incluons dans notre modèle, les mêmes variables de contrôle que celles utilisées dans le modèle à effets fixes. Au-delà de l'inclusion des effets fixes individuels et des effets fixes annuels, nous spécifions notre modèle de manière à ce que les grandes entreprises grandissent à des taux différents (voir [Heckman et Hotz, 1989](#)). En d'autres termes, le modèle à tendance aléatoire permet de contrôler pour les tendances individuelles linéaires, spécifiques à chaque grande entreprise. Nos résultats (voir *tableaux* 4.8 et 4.9) obtenus via l'estimation du modèle à tendance aléatoire semblent indiquer que les IRT Rhônalpins ont eu un effet positif et significatif non plus sur tous les indicateurs d'input de R&D (comme on l'a trouvé avec l'estimation du modèle à effets fixes) mais plutôt sur 3 indicateurs d'input de la R&D (les dépenses totales de R&D nettes des fonds publics, les dépenses extérieures de R&D et l'autofinancement de R&D) au cours de la période 2012-2015. Plus précisément, les estimations du modèle à tendance aléatoire indiquent un effet positif et significatif sur les dépenses totales de R&D nettes compris entre 55 millions et 60 millions d'euros ; un effet positif et significatif sur les dépenses extérieures de R&D compris entre 50 millions et 53 millions d'euros et un effet positif et significatif sur l'autofinancement de R&D compris entre 53 millions et 61 millions d'euros. Même si on n'observe pas d'effets significatifs sur les 3 autres indicateurs d'inputs, on peut quand même remarquer que ces effets sont

TABLE 4.6 – Résultats d'estimation via le modèle à effets fixes

Modèle à effets fixes											
Dépenses totales de R&D nettes				Dépenses intérieures de R&D				Dépenses extérieures de R&D			
Echantillon total	Echantillon réduit sans CIR	Echantillon réduit avec CIR	Echantillon total	Echantillon réduit sans CIR	Echantillon réduit avec CIR	Echantillon total	Echantillon réduit sans CIR	Echantillon total	Echantillon réduit sans CIR	Echantillon réduit avec CIR	
<i>IRT</i>	115 860*** (12 438)	118 349*** (16 192)	123 589*** (16 139)	46 105*** (9 721)	37 371*** (9 366)	38 681*** (9 453)	70 460*** (7 967)	79 153*** (13 669)	83 436*** (13 562)		
Chiffre d'affaires	0,036** (0,005)	0,040** (0,017)	0,037** (0,017)	0,019*** (0,005)	0,029*** (0,011)	0,028*** (0,011)	0,011*** (0,004)	0,007 (0,015)	0,004 (0,015)		
Effectif total	4,850** (1,950)	2,377 (6,587)	3,490 (6,515)	5,517*** (1,642)	-2,472 (3,787)	-2,197 (3,797)	0,706 (1,335)	5,089 (5,569)	6,548 (5,511)		
Capitaux propres	0,045*** (0,003)	0,043*** (0,007)	0,040*** (0,007)	0,022*** (0,002)	0,013*** (0,004)	0,012*** (0,004)	0,025*** (0,002)	0,030*** (0,006)	0,028*** (0,006)		
Fonds publics	0,953** (0,396)	-1,478 (0,940)	-1,740** (0,934)	2,025*** (0,309)	0,047 (0,539)	-0,021 (0,543)	-0,042 (0,252)	-0,495 (0,786)	-0,732 (0,780)		
Fonds privés				0,244** (0,095)	0,444* (0,229)	0,461* (0,230)	0,035 (0,077)	-0,248 (0,343)	-0,247 (0,338)		
Dépenses en capital							-0,040 (0,027)	0,040 (0,047)	0,074 (0,049)		
Part des cadres	98 854*** (35 881)	42 561 (83 060)	26 740 (82 208)	101 279*** (28 070)	88 415*** (47 773)	83 892* (47 973)	5 568 (22 531)	-47 952 (69 755)	-61 512 (68 832)		
Part exportations	12 098** (5 902)	-8 220 (13 201)	-8 478 (13 016)	6 334 (4 603)	2 743 (7 636)	2 599 (7 638)	5 574 (3 687)	-11 543 (11 167)	-11 513 (10 981)		
Nbre établissements	-603,818** (362,298)	-5 277*** (2 315)	-5 635** (2 228)	353,546 (279,976)	8 048 (1 294)	-81,254 (1,297)	-963,01*** (226)	-5 437*** (1 912)	-5 963*** (1 893)		
Crédit impôt recherche							0,190 (0,187)		0,665** (0,281)		
Δ_A2011_2010	90 371*** (28 228)	82 032*** (27 836)	78 650** (27 488)	50 466** (22 012)	40 242** (15 969)	39 395** (15 988)	42 068** (17 652)	41 460* (23 339)	37 465 (23 012)		
Dummy "FIRME"	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI		
Dummy "ANNEE"	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI		
Constante	-13 480,74 (12 725,49)	9 009 (26 903)	2 819 (26 673)	-17 381* (9 946)	-18 264 (15 456)	-19 998 (15 547)	1 792 (8 016)	24 412 (22 618)	17 065 (22 457)		
Observations	468	178	178	468	178	178	468	178	178		
R2	0,933	0,958	0,959	0,946	0,979	0,979	0,757	0,810	0,817		
Ajusted R2	0,925	0,946	0,947	0,94	0,973	0,973	0,725	0,750	0,759		
Residual Std. Errors	39 054 (df=416)	37 971 (df=137)	37 440 (df=136)	30 451 (df=415)	21 755 (df=136)	21 753 (df=135)	24 391 (df=414)	31 734 (df=135)	31 205 (df=134)		
F Statistic	113,881*** (df =51;416)	78 052*** (df=40;137)	78,445*** (df=40;136)	140,949*** (df=52;415)	156 999*** (df=41;136)	153,325*** (df=42;135)	24 279*** (df=53;414)	13 673*** (df=42;135)	13 942*** (df=43;134)		

Notes : Les signes ***, **, et * correspondent respectivement aux différences statistiquement significatives au niveau 1%, 5% et 10%.

TABLE 4.7 – Résultats d'estimation via le modèle à effets fixes

Modèle à effets fixes			
Autofinancement de R&D			
Intensité de R&D			
Effet de R&D			
	Echantillon réduit sans total CIR	Echantillon réduit avec CIR	Echantillon réduit sans total CIR
	Echantillon total	Echantillon réduit avec CIR	Echantillon réduit sans total CIR
<i>I RT</i>	113 826*** (12 463)	116 873*** (16 382)	121 898*** (16 291)
Chiffre d'affaires	0 029*** (0,006)	0 035** (0,018)	0 031* (0,018)
Effectif total	6,566*** (2,105)	2,016 (6,624)	3,072 (6,542)
Capitaux propres	0 047*** (0,003)	0 043*** (0,007)	0 040*** (0,007)
Fonds publics	0 906** (0,396)	-1 448 (0,943)	-1 710* (0,936)
Fonds privés	-0 732*** (0,121)	-0 738*** (0,401)	-0 676* (0,396)
Part des cadres	109 681*** (35 988)	37 769 (83 556)	20 416 (82 670)
Part exportations	12 209** (5 901)	-9 441 (13 359)	-9 993 (13 163)
Nbre établissements	-626,055* (358,948)	-5 170** (2 264)	-5 513** (2 236)
Crédit impôt recherche		0 73* (0,322)	
Δ_A2011_2010	91 128*** (28 220)	82 956*** (27 930)	79 704*** (27 552)
Dummy "FIRME"	OUI	OUI	OUI
Dummy "ANNEE"	OUI	OUI	OUI
Constante	-16 853 (12 751)	7 712 (27 038)	1 059 (26 792)
Observations	468	178	468
R2	0,93	0,955	0,956
Ajusted R2	0,921	0,941	0,943
Residual Std. Errors	39 040 (df=415)	38 051 (df=136)	37 485 (df=135)
F Statistic	105,435*** (df=52,415)	69,836*** (df=41,136)	70,368*** (df=42,135)

Notes : Les signes ***, **, * correspondent respectivement aux différences statistiquement significatives au niveau 1 %, 5 % et 10 %.

positifs. Par ailleurs, les résultats nous enseignent que les dépenses totales de R&D ont été majoritairement exécutées à l'extérieur de l'entreprise au travers des collaborations et des sous-traitances et que ces dépenses ont été en grande partie, financées par les fonds propres de l'entreprise. On peut aisément constater qu'en contrôlant pour la tendance individuelle linéaire qui représente la deuxième source d'hétérogénéité des entreprises en plus des effets fixes individuels, les effets estimés ont considérablement diminué comparativement aux effets estimés via le modèle à effets fixes. A titre d'exemple, l'effet des dépenses totales de R&D nettes montre une baisse variant entre 60 millions (115-55 millions d'euros) et 63 millions (123-60 millions d'euros). Cela laisse penser que même si les IRT Rhônalpins n'avaient pas été créés, les grandes entreprises membres de ces IRT auraient tendance à dépenser entre 60 et 63 millions d'euros de plus que les autres entreprises en moyenne au cours de la période 2012-2015.

4.5.4 Les résultats de la méthode de contrôle synthétique

A notre connaissance, aucune étude n'a mobilisé cette méthode à l'échelle des entreprises. De ce fait, il importe de fixer un cadre d'analyse de cette méthode afin d'évaluer l'impact de la participation aux IRT sur les grandes entreprises. Dans notre étude, les unités traitées sont les grandes entreprises, membres fondateurs privés des IRT Rhônalpins. Elles sont au nombre de quatre. Pour des raisons de confidentialité, nous n'allons pas donner les raisons sociales de ces 4 grandes entreprises bénéficiaires. Pour la suite, nous les appellerons "l'entreprise A" ; "l'entreprise B" ; "l'entreprise C" et "l'entreprise D". En ce qui concerne les unités contrefactuelles potentielles c'est-à-dire celles qui constituent le "donor pool", elles regroupent les grandes entreprises qui n'ont pas bénéficié des actions des IRT Rhônalpins, ni de celles des autres 6 IRT français. Notre période de prétraitement va de 1998 à 2011, ce qui constitue une durée de 14 années de prétraitement. Cette durée est relativement semblable à celle identifiée dans la littérature notamment avec les études d'[Abadie et al. \(2015\)](#) ; [Abadie et al. \(2010\)](#) et [Saia \(2017\)](#) qui ont respectivement une durée de 14 ans, 19 ans et 19 ans et, exceptionnellement dans les travaux d'[Abadie et al. \(2015\)](#) où la durée de prétraitement est de 30 ans. Dans la littérature, il n'est pas fait mention d'une durée de prétraitement optimale. Dans la plupart des cas, les auteurs choisissent la période d'étude en fonction de la disponibilité des données. En pratique, il est recommandé d'avoir un nombre important de périodes de pré-intervention.

4.5.4.1 Méthode de contrôle synthétique pour l'entreprise A

D'après la méthode de contrôle synthétique, l'entreprise A "synthétique" doit être construite par la combinaison convexe des grandes entreprises du "donor pool" qui res-

TABLE 4.8 – Résultats d'estimation via le modèle à tendance aléatoire

Modèle à tendance aléatoire											
Dépenses totales de R&D nettes				Dépenses intérieures de R&D				Dépenses extérieures de R&D			
	Echantillon total	Echantillon réduit sans CIR	Echantillon réduit avec CIR	Echantillon total	Echantillon réduit sans CIR	Echantillon réduit avec CIR	Echantillon total	Echantillon réduit sans CIR	Echantillon réduit avec CIR		
<i>I RT</i>	59 533*** (18 239)	60 839*** (19 421)	55 533*** (19 900)	6 415 (14 404)	10 187 (13 910)	1 535 (13 895)	53 142*** (9 794)	50 572*** (13 469)	53 140*** (13 883)		
Chiffre d'affaires	0,011 (0,007)	0,002 (0,016)	0,0001 (0,016)	0,011* (0,006)	0,010 (0,012)	0,006 (0,012)	-0,0002 (0,004)	-0,018 (0,012)	-0,017 (0,012)		
Effectif total	5 917*** (2,043)	9 090* (4,860)	8 772* (4,859)	5 672*** (1,624)	4 929 (3,509)	4 153 (4,424)	0,475 (1,113)	2 813 (3,396)	3 039 (3,415)		
Capitaux propres	0,012** (0,005)	-0,0002 (0,007)	0,001 (0,007)	0,002 (0,004)	-0,005 (0,005)	-0,004 (0,005)	0,01*** (0,003)	0,004 (0,005)	0,003 (0,005)		
Fonds publics	-0,779** (0,319)	-1,648*** (0,539)	-1,651*** (0,538)	0,144 (0,252)	-0,110 (0,386)	-0,120 (0,376)	0,100 (0,173)	-0,602 (0,377)	-0,616 (0,378)		
Fonds privés				-0,112 (0,112)	0,222 (0,321)	0,404 (0,319)	0,187** (0,076)	0,824** (0,332)	0,807** (0,333)		
Dépenses en capital							0,012 (0,017)	-0,027 (0,029)	-0,037 (0,031)		
Part des cadres	11 300 (28 047)	92 583* (58 753)	85 546 (58 951)	26 824 (22 293)	61 218 (42 106)	50 478 (41 132)	-13 929 (15 153)	36 869 (40 772)	40 695 (41 133)		
Part exportations	-498,442 (6 916)	-8 098 (12 003)	-8 037 (11 982)	-539,244 (5 469)	-9 896 (8 616)	-10 117 (8 378)	-18,574 (3 722)	37,088 (8 339)	66,369 (8 354)		
Nbre établissements	222,878 (529,179)	2 272 (2 202)	2 095 (2 204)	68,332 (417,982)	552,959 (1 578)	226,142 (1 607)	129,687 (285,233)	1 729 (1 541)	1 900 (1 559)		
Crédit impôt recherche			0,347 (0,274)			0,532*** (0,196)			-0,167 (0,212)		
Δ_A2011_2010	36 646*** (13 676)	26 599*** (13 756)	25 866*** (13 748)	38 004*** (10 798)	34 204*** (9 854)	32 956*** (9 593)	-1 457,26 (7 430)	-7 935 (9 537)	-7 583 (9 565)		
Dummy "FIRME"	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI		
Dummy "ANNEE"	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI		
Constante	906,775 (9 915)	-5 287 (14 389)	-4 906 (14 367)	-550,4 (7 829)	-1 939 (10 803)	-416,367 (10 028)	1 497 (5 314)	-7 358 (10 169)	-8 150 (10 236)		
Observations	442	152	152	442	152	152	442	152	152		
R2	0,213	0,441	0,447	0,193	0,324	0,367	0,210	0,438	0,441		
Adjusted R2	0,113	0,246	0,248	0,088	0,08	0,13	0,104	0,229	0,226		
Residual Std. Errors	31 822 (df=391)	31 238 (df=112)	31 183 (df=111)	25 126 (df=390)	22 374 (df=111)	21 755 (df=110)	17 076 (df=389)	21 658 (df=110)	21 691 (df=109)		
F Statistic	2,122*** (df=50,391)	2,261*** (df=39,112)	2,248*** (df=40,111)	1,834*** (df=51,390)	1,329 (df=40,111)	1,552*** (df=41,110)	1,985*** (df=52,389)	2,092*** (df=41,110)	2,050*** (df=42,109)		

Notes : Les signes ***, ** et * correspondent respectivement aux différences statistiquement significatives au niveau 1%, 5% et 10%.

TABLE 4.9 – Résultats d'estimation via le modèle à tendance aléatoire

Modèle à tendance aléatoire										
	Autofinancement de R&D				Intensité de R&D				Effectif de R&D	
	Echantillon total	Echantillon réduit sans CIR	Echantillon réduit avec CIR	Echantillon total	Echantillon réduit sans CIR	Echantillon réduit avec CIR	Echantillon total	Echantillon réduit sans CIR	Echantillon réduit avec CIR	Echantillon réduit avec CIR
<i>I R T</i>	59 462*** (18 272)	61 161*** (19 125)	53 610*** (19 484)	0,012 (0,041)	0,005 (0,029)	0,010 (0,030)	166 282 (103,085)	216,316** (91,554)	156,7* (91,158)	
Chiffre d'affaires	0,010 (0,007)	-0,007 (0,016)	-0,010 (0,016)	-0,000* (0,000)	-0,000* (0,000)	-0,000* (0,000)	0,0002*** (0,0004)	0,0001* (0,0001)	0,0001 (0,0001)	
Effectif total	6,064*** (2,060)	7,790 (4,885)	7,113 (4,801)	0,000 (0,000)	-0,000 (0,000)	-0,000 (0,000)	0,044*** (0,011)	0,013 (0,023)	0,008 (0,022)	
Capitaux propres	0,012*** (0,005)	-0,001 (0,007)	0,001 (0,007)	0,000 (0,000)	-0,000 (0,000)	-0,000 (0,000)	-0,00002 (0,00003)	-0,0001 (0,00004)	-0,00004 (0,00003)	
Fonds publics	-0,775** (0,320)	-1,666*** (0,531)	-1,674*** (0,527)	0,000 (0,000)	0,000 (0,000)	0,000 (0,000)	0,002 (0,002)	-0,003 (0,003)	-0,003 (0,003)	
Fonds privés	-0,923*** (0,142)	-0,066 (0,441)	0,093 (0,447)	0,000 (0,000)	0,000* (0,000)	0,000 (0,000)	-0,002** (0,001)	-0,001 (0,003)	0,0001 (0,002)	
Part des cadres	13 520 (28 281)	96 794* (57 892)	87 442 (57 678)	0,106* (0,063)	-0,006 (0,086)	-0,001 (0,088)	187,402 (159,550)	246,415 (277,128)	172,426 (269,847)	
Part exportations	-477,466 (6 938)	-9 747 (11 846)	-9 940 (11 748)	0,037** (0,016)	0,033* (0,018)	0,033* (0,018)	-33 480 (39,142)	-27 363 (56,708)	-28 883 (54,966)	
Nbre établissements	-626,055* (358,948)	-5 170** (2 264)	-5 513** (2 236)	0,002** (0,001)	0,005 (0,003)	0,005 (0,003)	-1 222 (1 947)	-2 330 (9 979)	-3 973 (8,363)	
Crédit impôt recherche			0,465* (0,274)			-0,000 (0,000)			0,004*** (0,001)	
Δ_A2011_2010	36 645*** (13 699)	26 377* (13 549)	25 289* (13 452)	0,004 (0,031)	0,006 (0,02)	0,007 (0,021)	578,041*** (77,284)	547,74*** (64,859)	539,145*** (62,935)	
Dummy "FIRME"	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	
Dummy "ANNEE"	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	
Constante	991,217 (9 932)	-6 345 (14 178)	-5 977 (14 062)	-0,012 (0,022)	-0,005 (0,021)	-0,005 (0,022)	-135,515** (56,034)	-52,363 (67,873)	-49,462 (65,792)	
Observations	442	152	152	442	152	152	442	152	152	
R2	0,274	0,440	0,454	0,119	0,296	0,298	0,312	0,52	0,553	
Ajusted R2	0,179	0,238	0,250	0,004	0,042	0,037	0,222	0,347	0,386	
Residual Std. Errors	31 875 (df=390)	30 762 (df=111)	30 507 (df=110)	0,071 (df=390)	0,047 (df=111)	0,047 (df=110)	179,825 (df=390)	147,259 (df=111)	142,728 (df=111)	
F Statistic	2,884*** (df =51 ;390)	2,177*** (df=40 ;111)	2,230*** (df=40 ;110)	1,033 (df=51 ;390)	1,165 (df=40 ;111)	1,141 (df=41 ;110)	3,473*** (df=51 ;390)	3,003 (df=40 ;111)	3,318*** (df=41 ;111)	

Notes : Les signes ***, ** et * correspondent respectivement aux différences statistiquement significatives au niveau 1%, 5% et 10%.

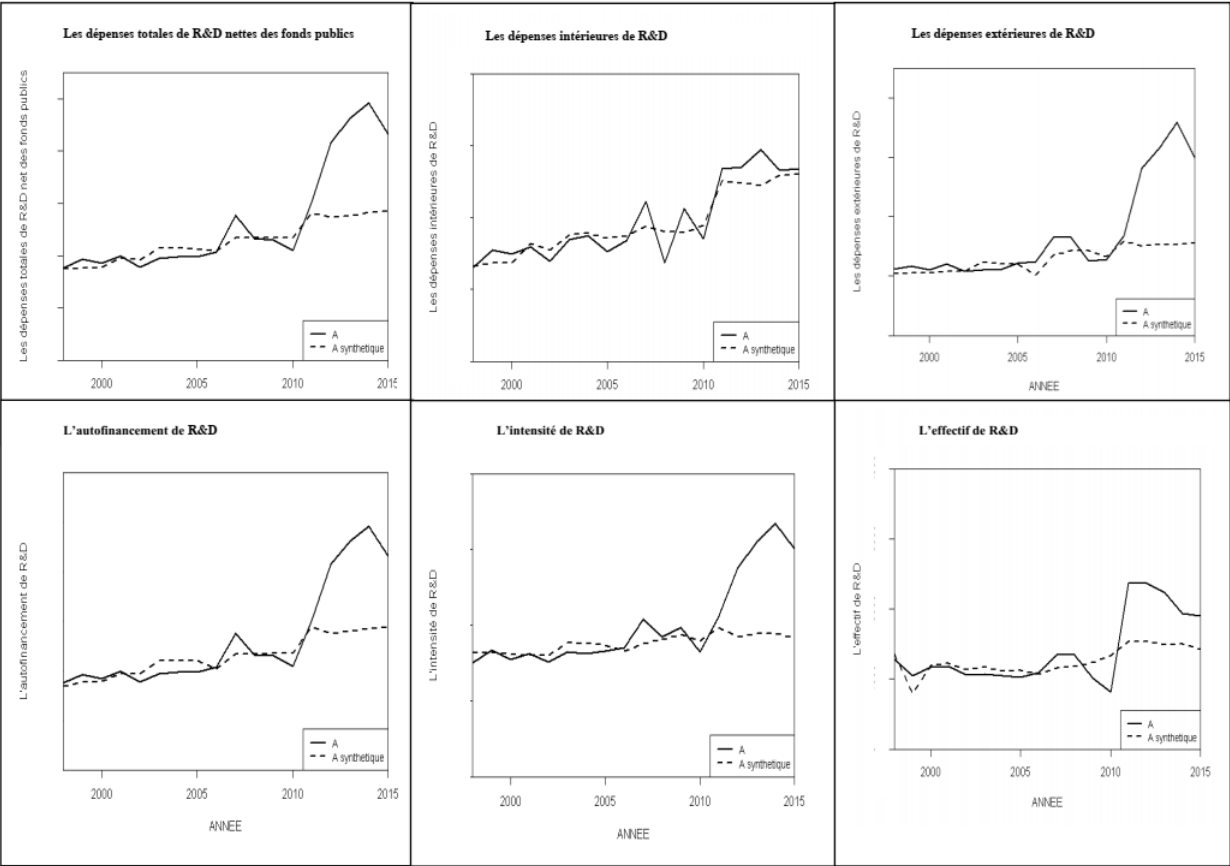
semblent le plus à l'entreprise A en termes de valeurs pré-IRT Rhônealpins des variables prédictives et des variables de résultat. Le tableau 4.10 présente les résultats qui comparent les caractéristiques de pré-traitement de l'entreprise A, de sa version synthétique ainsi que celles de l'ensemble des 22 grandes entreprises du "donor pool".

L'analyse des résultats montre que les valeurs moyennes des caractéristiques de pré-traitement des entreprises du "donor pool" prises dans leur ensemble sont très éloignées des valeurs des caractéristiques de pré-traitement de l'entreprise A, comparativement à celles relatives à l'entreprise A "synthétique". Par conséquent, le groupe d'entreprises du "donor pool" semble ne pas constituer un groupe de contrôle approprié pour l'entreprise A. Plus précisément, l'entreprise A possède des valeurs des caractéristiques de pré-traitement qui sont généralement supérieures aux valeurs moyennes des caractéristiques de pré-traitement de l'ensemble des 22 entreprises du "donor pool". En revanche, l'entreprise A "synthétique" reproduit le plus proche possible les valeurs pré-traitement des caractéristiques ainsi que des indicateurs d'input de la recherche que l'entreprise A avait avant l'implémentation des IRT Rhônealpins. En définitive, on peut dire que l'entreprise A "synthétique" qui n'est rien d'autre que la combinaison linéaire pondérée des entreprises du "donor pool" représente un meilleur contrefactuel comparativement à l'ensemble des 22 entreprises du "donor pool". Dans ce contexte, il est légitime de se demander quelles sont les entreprises du "donor pool" qui ont contribué à construire l'entreprise A "synthétique". La réponse à cette question se trouve dans le tableau 4.11 qui reporte les poids de chaque entreprise de contrôle dans l'entreprise A "synthétique". Les poids affichés dans le tableau 4.11 indiquent que la tendance des dépenses totales de R&D nettes des fonds publics de l'entreprise A avant l'implémentation des IRT Rhônealpins est mieux reproduite par une combinaison de 6 grandes entreprises qui sont par ordre d'importance les suivantes : "L'Oréal", "IBM France", "Michelin", "Legrand", "Roquette Frères" et "Robert Bosch"; les autres entreprises du "donor pool" ayant un poids égal à zéro. La tendance des dépenses intérieures de R&D avant l'implémentation des IRT Rhônealpins est mieux reproduite par une combinaison des grandes entreprises "L'Oréal", "IBM France", "Michelin", "Laboratoire bio Yves Rocher" et "Legrand". La tendance des dépenses extérieures de R&D avant l'implémentation des IRT Rhônealpins est mieux reproduite par une combinaison des grandes entreprises "L'Oréal", "Michelin" et "Merk Sante". La tendance de l'autofinancement de R&D avant l'implémentation des IRT Rhônealpins est mieux reproduite par une combinaison des grandes entreprises "L'Oréal", "IBM France", "Michelin" et "Robert Bosch". La tendance de l'intensité R&D avant l'implémentation des IRT Rhônealpins est mieux reproduite par une combinaison des grandes entreprises "IBM France", "Roquettes Frères" et "L'Oréal". La tendance de l'effectif de R&D avant l'implémentation des IRT Rhônealpins est mieux reproduite par une combinaison des grandes entreprises "Michelin", "L'Oréal" et "IBM France". Il en découle que pour chaque indicateur d'input de R&D de l'entreprise A, il existe des combinaisons différentes des grandes entreprises de contrôle permettant de reproduire le plus proche possible les valeurs pré-traitement de

l'entreprise A, de sorte que l'entreprise A et l'entreprise A "synthétique" aient des trajectoires de pré-traitement assez similaires (voir [figure 4.2](#)).

TABLE 4.10 – La moyenne des variables prédictives des indicateurs de R&D de l'entreprise A
 | Pour des raison de confidentialité, nous ne pouvons pas afficher les valeurs de ce tableau. |

FIGURE 4.2 – Tendence des indicateurs d'input de R&D : Entreprise "A" vs Entreprise "A" synthétique



La figure 4.2 montre l'évolution des indicateurs d'input de la recherche¹⁰ pour l'entreprise A et sa contrepartie synthétique au cours de la période 1998-2015. On peut aisément remarquer que pour chacun des indicateurs, la trajectoire de l'entreprise A "synthétique" suit de très près la trajectoire de l'entreprise A pendant toute la période précédant l'implémentation des IRT Rhônalpins (en 2012). Cela suggère que l'entreprise A "synthétique" fournit une approximation raisonnable de l'évolution des indicateurs d'input de recherche que l'entreprise A aurait connue en l'absence de la création des IRT Rhônalpins. Notre estimation de l'effet de la participation aux IRT sur les indicateurs d'input de recherche de l'entreprise A est la différence entre les valeurs de ces indicateurs de

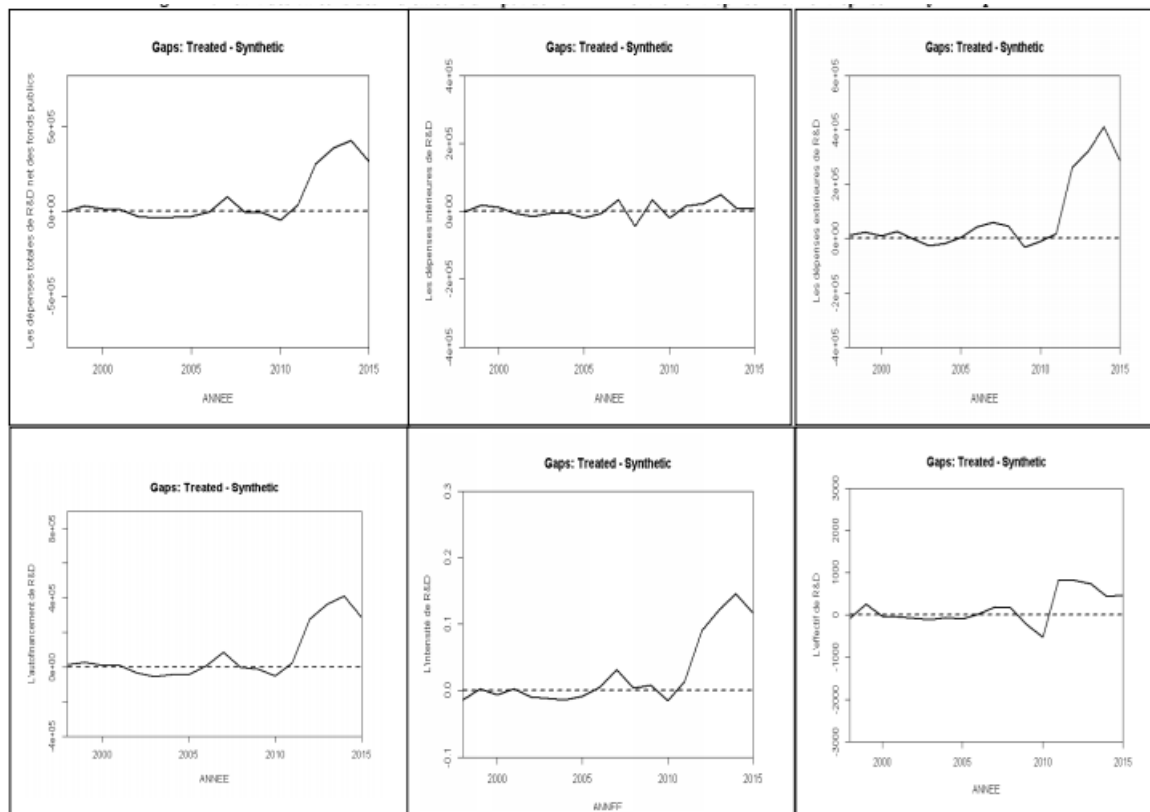
10. Les dépenses totales de R&D nettes des fonds publics, les dépenses intérieures de R&D, les dépenses extérieures de R&D, l'autofinancement de R&D, l'intensité de R&D et l'effectif de R&D

TABLE 4.11 – Le poids des entreprises de contrôle dans l'entreprise A "synthétique"

Les dépenses totales de R&D nettes des fonds publics				Les dépenses intérieures de R&D			
w.weights		unit.numbers		w.weights		unit.numbers	
0.000	unit.names	3	unit.names	0.000	unit.names	3	unit.names
0.000	AUTOLIV France	3	AUTOLIV France	0.000	AUTOLIV France	3	AUTOLIV France
0.204	BRISTOL MYERS SQUIBB	4	BRISTOL MYERS SQUIBB	0.000	BRISTOL MYERS SQUIBB	4	BRISTOL MYERS SQUIBB
0.000	CIE IBM France	5	CIE IBM France	0.380	CIE IBM France	5	CIE IBM France
0.000	ESSILOR INTERNATIONAL	6	ESSILOR INTERNATIONAL	0.000	ESSILOR INTERNATIONAL	6	ESSILOR INTERNATIONAL
0.000	FREESCALE SEMICONDUCTEURS France	7	FREESCALE SEMICONDUCTEURS France	0.000	FREESCALE SEMICONDUCTEURS France	7	FREESCALE SEMICONDUCTEURS France
0.000	GE MEDICAL SYSTEMS	8	GE MEDICAL SYSTEMS	0.000	GE MEDICAL SYSTEMS	8	GE MEDICAL SYSTEMS
0.000	IPSEN PHARMA	9	IPSEN PHARMA	0.000	IPSEN PHARMA	9	IPSEN PHARMA
0.000	LABO BIO VEGET Y ROCHER	9	LABO BIO VEGET Y ROCHER	0.036	LABO BIO VEGET Y ROCHER	9	LABO BIO VEGET Y ROCHER
0.000	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE	11	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE	0.000	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE	11	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE
0.000	LABORATOIRES MERK	10	LABORATOIRES MERK	0.000	LABORATOIRES MERK	10	LABORATOIRES MERK
0.079	LEGRAND France	13	LEGRAND France	0.001	LEGRAND France	13	LEGRAND France
0.000	LILLY France	14	LILLY France	0.000	LILLY France	14	LILLY France
0.494	LOREAL	15	LOREAL	0.396	LOREAL	15	LOREAL
0.173	MANUF PNEUMATIO MICHELIN	16	MANUF PNEUMATIO MICHELIN	0.165	MANUF PNEUMATIO MICHELIN	16	MANUF PNEUMATIO MICHELIN
0.000	MERCK SANTE	17	MERCK SANTE	0.000	MERCK SANTE	17	MERCK SANTE
0.000	MOTEURS LEROY SOMER	18	MOTEURS LEROY SOMER	0.000	MOTEURS LEROY SOMER	18	MOTEURS LEROY SOMER
0.000	NOVARTIS PHARMA SAS	19	NOVARTIS PHARMA SAS	0.000	NOVARTIS PHARMA SAS	19	NOVARTIS PHARMA SAS
0.000	OTIS	20	OTIS	0.000	OTIS	20	OTIS
0.000	PHILIPS	21	PHILIPS	0.000	PHILIPS	21	PHILIPS
0.004	ROBERT BOSCH France	22	ROBERT BOSCH France	0.000	ROBERT BOSCH France	22	ROBERT BOSCH France
0.046	ROQUETTE FRERES	23	ROQUETTE FRERES	0.000	ROQUETTE FRERES	23	ROQUETTE FRERES
0.000	SAP France SA	24	SAP France SA	0.000	SAP France SA	24	SAP France SA
Les dépenses extérieures de R&D				L'autofinancement de R&D			
w.weights		unit.numbers		w.weights		unit.numbers	
0.000	unit.names	3	unit.names	0.000	unit.names	3	unit.names
0.000	AUTOLIV France	4	AUTOLIV France	0.000	AUTOLIV France	4	AUTOLIV France
0.000	BRISTOL MYERS SQUIBB	5	BRISTOL MYERS SQUIBB	0.227	BRISTOL MYERS SQUIBB	5	BRISTOL MYERS SQUIBB
0.000	CIE IBM France	6	CIE IBM France	0.000	CIE IBM France	6	CIE IBM France
0.000	ESSILOR INTERNATIONAL	7	ESSILOR INTERNATIONAL	0.000	ESSILOR INTERNATIONAL	7	ESSILOR INTERNATIONAL
0.000	FREESCALE SEMICONDUCTEURS France	8	FREESCALE SEMICONDUCTEURS France	0.000	FREESCALE SEMICONDUCTEURS France	8	FREESCALE SEMICONDUCTEURS France
0.000	GE MEDICAL SYSTEMS	9	GE MEDICAL SYSTEMS	0.000	GE MEDICAL SYSTEMS	9	GE MEDICAL SYSTEMS
0.000	IPSEN PHARMA	9	IPSEN PHARMA	0.000	IPSEN PHARMA	9	IPSEN PHARMA
0.000	LABO BIO VEGET Y ROCHER	9	LABO BIO VEGET Y ROCHER	0.000	LABO BIO VEGET Y ROCHER	9	LABO BIO VEGET Y ROCHER
0.000	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE	11	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE	0.000	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE	11	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE
0.000	LABORATOIRES MERK	10	LABORATOIRES MERK	0.000	LABORATOIRES MERK	10	LABORATOIRES MERK
0.000	LEGRAND France	13	LEGRAND France	0.000	LEGRAND France	13	LEGRAND France
0.000	LILLY France	14	LILLY France	0.000	LILLY France	14	LILLY France
0.915	LOREAL	15	LOREAL	0.595	LOREAL	15	LOREAL
0.046	MANUF PNEUMATIO MICHELIN	16	MANUF PNEUMATIO MICHELIN	0.141	MANUF PNEUMATIO MICHELIN	16	MANUF PNEUMATIO MICHELIN
0.039	MERCK SANTE	17	MERCK SANTE	0.000	MERCK SANTE	17	MERCK SANTE
0.000	MOTEURS LEROY SOMER	18	MOTEURS LEROY SOMER	0.000	MOTEURS LEROY SOMER	18	MOTEURS LEROY SOMER
0.000	NOVARTIS PHARMA SAS	19	NOVARTIS PHARMA SAS	0.000	NOVARTIS PHARMA SAS	19	NOVARTIS PHARMA SAS
0.000	OTIS	20	OTIS	0.000	OTIS	20	OTIS
0.000	PHILIPS	21	PHILIPS	0.000	PHILIPS	21	PHILIPS
0.000	ROBERT BOSCH France	22	ROBERT BOSCH France	0.037	ROBERT BOSCH France	22	ROBERT BOSCH France
0.000	ROQUETTE FRERES	23	ROQUETTE FRERES	0.000	ROQUETTE FRERES	23	ROQUETTE FRERES
0.000	SAP France SA	24	SAP France SA	0.000	SAP France SA	24	SAP France SA
L'intensité de R&D				L'effectif de R&D			
w.weights		unit.numbers		w.weights		unit.numbers	
0.000	unit.names	3	unit.names	0.000	unit.names	3	unit.names
0.000	AUTOLIV France	4	AUTOLIV France	0.000	AUTOLIV France	4	AUTOLIV France
0.080	BRISTOL MYERS SQUIBB	5	BRISTOL MYERS SQUIBB	0.572	BRISTOL MYERS SQUIBB	5	BRISTOL MYERS SQUIBB
0.000	CIE IBM France	6	CIE IBM France	0.000	CIE IBM France	6	CIE IBM France
0.000	ESSILOR INTERNATIONAL	7	ESSILOR INTERNATIONAL	0.000	ESSILOR INTERNATIONAL	7	ESSILOR INTERNATIONAL
0.000	FREESCALE SEMICONDUCTEURS France	8	FREESCALE SEMICONDUCTEURS France	0.000	FREESCALE SEMICONDUCTEURS France	8	FREESCALE SEMICONDUCTEURS France
0.000	GE MEDICAL SYSTEMS	9	GE MEDICAL SYSTEMS	0.000	GE MEDICAL SYSTEMS	9	GE MEDICAL SYSTEMS
0.000	IPSEN PHARMA	9	IPSEN PHARMA	0.000	IPSEN PHARMA	9	IPSEN PHARMA
0.000	LABO BIO VEGET Y ROCHER	9	LABO BIO VEGET Y ROCHER	0.000	LABO BIO VEGET Y ROCHER	9	LABO BIO VEGET Y ROCHER
0.000	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE	11	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE	0.000	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE	11	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE
0.000	LABORATOIRES MERK	10	LABORATOIRES MERK	0.000	LABORATOIRES MERK	10	LABORATOIRES MERK
0.000	LEGRAND France	13	LEGRAND France	0.000	LEGRAND France	13	LEGRAND France
0.000	LILLY France	14	LILLY France	0.000	LILLY France	14	LILLY France
0.376	LOREAL	15	LOREAL	0.123	LOREAL	15	LOREAL
0.000	MANUF PNEUMATIO MICHELIN	16	MANUF PNEUMATIO MICHELIN	0.305	MANUF PNEUMATIO MICHELIN	16	MANUF PNEUMATIO MICHELIN
0.000	MERCK SANTE	17	MERCK SANTE	0.000	MERCK SANTE	17	MERCK SANTE
0.000	MOTEURS LEROY SOMER	18	MOTEURS LEROY SOMER	0.000	MOTEURS LEROY SOMER	18	MOTEURS LEROY SOMER
0.000	NOVARTIS PHARMA SAS	19	NOVARTIS PHARMA SAS	0.000	NOVARTIS PHARMA SAS	19	NOVARTIS PHARMA SAS
0.000	OTIS	20	OTIS	0.000	OTIS	20	OTIS
0.000	PHILIPS	21	PHILIPS	0.000	PHILIPS	21	PHILIPS
0.000	ROBERT BOSCH France	22	ROBERT BOSCH France	0.000	ROBERT BOSCH France	22	ROBERT BOSCH France
0.544	ROQUETTE FRERES	23	ROQUETTE FRERES	0.000	ROQUETTE FRERES	23	ROQUETTE FRERES
0.000	SAP France SA	24	SAP France SA	0.000	SAP France SA	24	SAP France SA

l'entreprise A et les valeurs de ces mêmes indicateurs de la version synthétique de l'entreprise A, après la mise en place des IRT Rhônalpins. Pour chacun des indicateurs, on constate que les deux trajectoires commencent à diverger de manière considérable dès 2011 (une année avant le lancement des activités des IRT Rhônalpins). Tandis que les tendances inhérentes aux indicateurs d'input de l'entreprise A "synthétique" ont continué à augmenter faiblement, celles inhérentes à l'entreprise A ont, quant à elles, continué à augmenter de façon significative. Par conséquent, l'écart entre les deux trajectoires suggère un effet positif important de la mise place des IRT Rhônalpins sur les indicateurs d'input de recherche. Par ailleurs, la divergence des deux trajectoires une année avant la création effective des IRT Rhônalpins suggère la présence des effets anticipatifs de l'entreprise A. Cette anticipation peut se justifier par le fait que le lancement des activités de ces IRT était en grande partie l'œuvre des grandes entreprises qui devaient investir par exemple en termes d'acquisition des machines et équipements, bien avant le lancement effectif des activités des IRT. Par ailleurs, il est aussi possible que l'entreprise A ait tout simplement changé de stratégie en adoptant une stratégie "d'open innovation" et que ce changement ait coïncidé avec l'année de préparation à l'entrée dans les IRT.

FIGURE 4.3 – Ecart des valeurs des indicateurs d'input de recherche entre l'entreprise "A" et l'entreprise "A" synthétique



La figure 4.3 présente les estimations annuelles des impacts de l'implémentation des IRT Rhônealpins. Plus précisément, elle présente les écarts annuels des indicateurs d'input de recherche entre l'entreprise A et sa version synthétique. Cette figure nous enseigne que l'implémentation des IRT Rhônealpins a eu un effet positif important sur l'ensemble des indicateurs d'input de recherche à l'exception des "dépenses intérieures de R&D" où on note certes un effet positif mais d'une faible ampleur. Elle suggère aussi que cet effet n'a cessé d'augmenter dans le temps à partir de 2011 jusqu'en 2015¹¹ où il s'estompe. Nos résultats suggèrent que pour toute la période 2012-2015, les dépenses totales de R&D nettes des fonds publics, les dépenses intérieures de R&D, les dépenses extérieures de R&D, l'autofinancement de R&D, l'intensité de R&D et l'effectif de R&D ont été augmenté respectivement en moyenne de près de 342 millions d'euros, de 14 millions d'euros, de 321 millions d'euros, de 335 millions d'euros, de 12% et de 620 personnes physiques (voir *tableau 4.12*). Néanmoins, on peut se demander dans quelle mesure ces effets estimés peuvent-ils être crédibles. En d'autres termes, sont-ils significatifs ?

TABLE 4.12 – Ecart annuels des indicateurs d'input de R&D entre l'entreprise A et sa version synthétique

Années post-traitement	Dépenses totales de R&D nettes	Dépenses intérieures de R&D	Dépenses extérieures de R&D	Autofinancement de R&D	Intensité de R&D	Effectif de R&D
2012	281 855	24 159	261 056	277 134	9%	829
2013	374 272	11 084	324 351	364 922	12%	739
2014	416 921	13 313	410 998	411 248	15%	437
2015	294 860	8 468	286 983	285 936	12%	477
Effet moyen annuel	341 977	14 256	320 847	334 810	12%	620

L'inférence sur l'effet des IRT Rhônealpins sur l'entreprise A

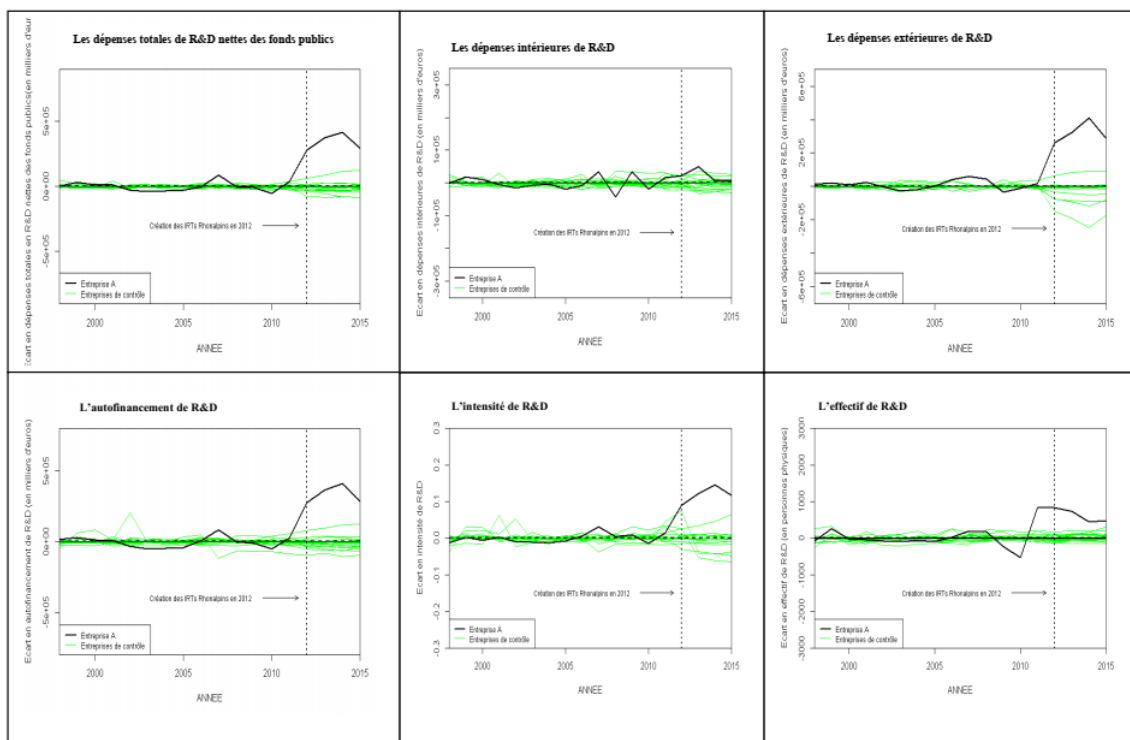
Pour évaluer la significativité des estimations dans le cadre de la méthode de contrôle synthétique, la question de recherche posée est celle de savoir si les résultats obtenus pourraient être entièrement attribuables à l'œuvre du hasard. Autrement dit, combien de fois pourrait-on obtenir les mêmes résultats si une entreprise de contrôle était choisie au hasard pour l'étude au lieu de l'entreprise A ? Pour apporter une réponse à cette question, nous effectuons un test de permutation qui consiste à mener une série d'études placebo en appliquant de manière itérative la méthode de contrôle synthétique utilisée pour estimer l'effet de la participation aux IRT Rhônealpins sur tous les autres grandes entreprises du "donor pool". Dans chaque itération, nous réattribuons dans nos données, l'intervention des IRT Rhônealpins à l'une des 22 entreprises de contrôle, en déplaçant l'entreprise A vers le "donor pool". En d'autres termes, nous procédons comme si l'une des entreprises du "donor pool" avait bénéficié des actions des IRT à partir de 2012, au lieu de l'entreprise A. Par la suite, nous calculons l'effet estimé, associé à chaque série

11. Les données sur les indicateurs d'input de recherche pour l'année 2015 sont sémi-définitives.

placébo. Ainsi, cette procédure itérative permet d'obtenir une distribution des écarts estimés pour les entreprises de contrôle.

La figure 4.4 présente les résultats du test de permutation. Les lignes vertes représentent l'écart associé à chacun des 22 passages du test (correspondant aux 22 entreprises de contrôle). Dit autrement, les lignes vertes montrent la différence des indicateurs d'input de recherche entre chaque entreprise du "donor pool" et sa version synthétique respective. La ligne noire superposée indique l'écart estimé pour l'entreprise A. Comme la figure le montre, on constate que pour l'ensemble des indicateurs d'input de R&D à l'exception des dépenses intérieures de R&D, l'écart estimé pour l'entreprise A au cours de la période 2012-2015 est inhabituellement élevé par rapport à la répartition des écarts pour les entreprises dans le "donor pool". Par conséquent, on peut dire que les effets estimés sont significatifs pour les dépenses totales de R&D nettes des fonds publics, les dépenses extérieures de R&D, l'autofinancement de R&D, l'intensité de R&D et l'effectif de R&D. En revanche, l'effet sur les dépenses intérieures de R&D semble ne pas être significatif. Il convient de noter que l'effet significatif sur l'autofinancement laisse penser qu'il n'existe pas d'effets d'aubaine pour cette entreprise.

FIGURE 4.4 – Les écarts des indicateurs d'input de R&D et les écarts entre les placebos des entreprises de contrôle (pour l'entreprise A)



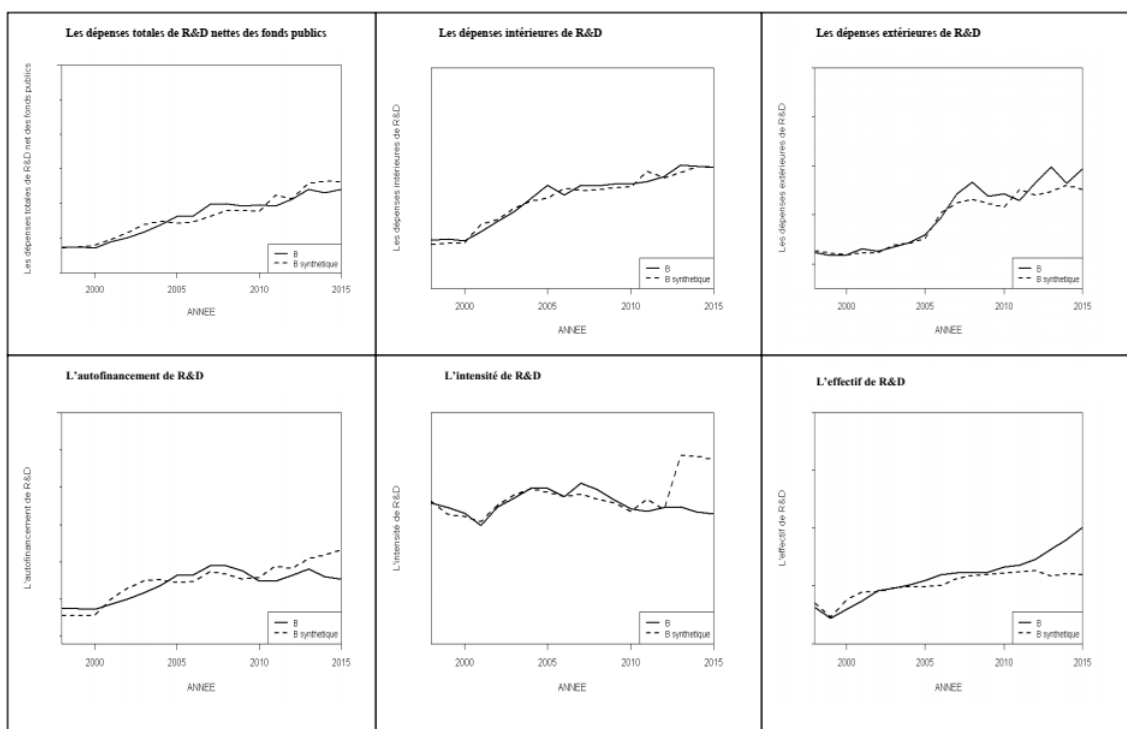
4.5.4.2 Méthode de contrôle synthétique pour l'entreprise B

Tout comme l'entreprise A, l'entreprise B "synthétique" doit être construite par la combinaison convexe des grandes entreprises du "donor pool" qui ressemblent le plus à l'entreprise B en termes de valeurs pré-IRT Rhônealpins des variables prédictives et de variable de résultat. Le tableau 4.13 présente les résultats qui comparent les caractéristiques de pré traitement de l'entreprise B, de sa version synthétique ainsi que celles de l'ensemble des 22 grandes entreprises du "donor pool". Les résultats montrent que les valeurs moyennes des caractéristiques de pré-traitement des entreprises du "donor pool" prises dans leur ensemble sont très éloignées des valeurs des caractéristiques de prétraitement de l'entreprise B, comparativement à celles relatives à l'entreprise B "synthétique". Par conséquent, le groupe d'entreprises du "donor pool" semble ne pas constituer un groupe de contrôle approprié pour l'entreprise B. Contrairement à l'entreprise A, l'entreprise B possède des valeurs des caractéristiques de pré-traitement qui sont généralement inférieures aux valeurs moyennes des caractéristiques de pré-traitement de l'ensemble des 22 entreprises du "donor pool" pour la plupart des variables prédictives. En revanche, l'entreprise B "synthétique" reproduit le plus proche possible les valeurs pré-traitement des caractéristiques ainsi que des indicateurs d'input de la recherche que l'entreprise B avait avant l'implémentation des IRT Rhônealpins. En définitive, on peut dire que l'entreprise B "synthétique" qui n'est rien d'autre que la combinaison linéaire pondérée des entreprises du "donor pool" représente un meilleur contrefactuel par rapport à l'ensemble des 22 entreprises du "donor pool". Les entreprises du "donor pool" qui ont contribué à construire l'entreprise B "synthétique" sont présentées dans le tableau 4.14, qui reporte les poids de chacune des entreprises de contrôle. Les poids affichés dans le tableau 4.14 indiquent que la tendance des dépenses totales de R&D nettes des fonds publics avant l'implémentation des IRT Rhônealpins est mieux reproduite par une combinaison de 5 grandes entreprises suivantes : "Roquette Frères" , "L'oréal" , "Freescale Semiconducteurs", "Ipsen Pharma" et "Legrand France"; les autres entreprises du "donor pool" ayant un poids égal à zéro. Quant à la tendance des dépenses intérieures de R&D avant l'implémentation des IRT Rhônealpins, elle est mieux reproduite par une combinaison de 20 sur 22 grandes entreprises de contrôle du "donor pool". Seules les deux entreprises "Lilly France" et "Moteurs Leroy Somer" ont des poids nuls. De même que l'indicateur précédent, la tendance des dépenses extérieures de R&D avant l'implémentation des IRT Rhônealpins est mieux reproduite par une combinaison 20 sur 22 grandes entreprises du "donor pool". Les entreprises "IBM France" et "Philips France" ont des poids nuls. La tendance de l'autofinancement de R&D avant l'implémentation des IRT Rhônealpins est mieux reproduite par une combinaison de 5 grandes entreprises qui sont "Freescale Semiconducteurs", "Ipsen Pharma" , "Laboratoire Merk Sharp & Dohme", "L'oréal" et "Sap France". La tendance de l'intensité de R&D avant l'implémentation des IRT Rhônealpins est mieux reproduite par une combinaison 5 grandes entreprises qui

sont : "L'oréal", "Freescale Semiconducteurs" et "Merk sante". La tendance de l'effectif de R&D avant l'implémentation des IRT Rhônalpins est mieux reproduite par une combinaison de quatre grandes entreprises qui sont "Ipsen Pharma", "Legrand France" et "Robert Bosch". De même que l'entreprise A, on constate que pour chaque indicateur d'input de R&D de l'entreprise B, il existe des combinaisons différentes des grandes entreprises de contrôle permettant de reproduire le plus proche possible les valeurs pré-traitement de l'entreprise B, de sorte que l'entreprise B et l'entreprise B "synthétique" aient des trajectoires de pré-traitement assez similaires (voir *figure 4.5*).

TABLE 4.13 – La moyenne des variables prédictives des indicateurs de R&D de l'entreprise B
 | Pour des raisons de confidentialité, nous ne pouvons pas afficher les données de ce tableau |

FIGURE 4.5 – Tendence des indicateurs d'input de R&D : Entreprise "B" vs Entreprise "B" synthétique



La figure 4.5 montre l'évolution des 6 indicateurs d'input de R&D relatifs à l'entreprise B et à sa contrepartie synthétique au cours de la période 1998-2015. On remarque que pour chacun de ces indicateurs, la trajectoire de la version "synthétique" suit de très près la trajectoire de l'entreprise B pendant toute la période précédente l'implémentation des IRT Rhônalpins (en 2012). Cela suggère que l'entreprise B "synthétique" fournit une approximation raisonnable de l'évolution des indicateurs d'input de recherche que l'entreprise B aurait connue en l'absence de la création des IRT Rhônalpins. L'estimation de l'effet des IRT Rhônalpins sur les indicateurs d'input de recherche de l'entreprise B est

TABLE 4.14 – Le poids des entreprises de contrôle dans l'entreprise B "synthétique"

Les dépenses totales de R&D nettes des fonds publics				Les dépenses intérieures de R&D			
Les dépenses extérieures de R&D				L'autofinancement de R&D			
w.weights	unit.names	unit.numbers	w.weights	unit.names	unit.numbers	w.weights	unit.names
0.000	AUTOLIV France	3	0.001	AUTOLIV France	3	0.000	AUTOLIV France
0.000	BRISTOL MYERS SQUIBB	4	0.005	BRISTOL MYERS SQUIBB	4	0.000	BRISTOL MYERS SQUIBB
0.000	CIE IBM France	5	0.001	CIE IBM France	5	0.000	CIE IBM France
0.000	ESSILOR INTERNATIONAL	6	0.004	ESSILOR INTERNATIONAL	6	0.000	ESSILOR INTERNATIONAL
0.333	FREESCALE SEMICONDUCTEURS France	7	0.024	FREESCALE SEMICONDUCTEURS France	7	0.000	FREESCALE SEMICONDUCTEURS France
0.000	GE MEDICAL SYSTEMS	8	0.002	GE MEDICAL SYSTEMS	8	0.000	GE MEDICAL SYSTEMS
0.132	IPSEN PHARMA	9	0.387	IPSEN PHARMA	9	0.000	IPSEN PHARMA
0.000	LABO BIO VEGET Y ROCHER	9	0.002	LABO BIO VEGET Y ROCHER	9	0.000	LABO BIO VEGET Y ROCHER
0.000	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE	11	0.032	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE	11	0.000	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE
0.000	LABORATOIRES MERK	10	0.017	LABORATOIRES MERK	10	0.000	LABORATOIRES MERK
0.001	LEGRAND France	13	0.264	LEGRAND France	13	0.000	LEGRAND France
0.000	LILLY France	14	0.000	LILLY France	14	0.000	LILLY France
0.133	LOREAL	15	0.101	LOREAL	15	0.001	LOREAL
0.000	MANUF PNEUMATIO MICHELIN	16	0.001	MANUF PNEUMATIO MICHELIN	16	0.001	MANUF PNEUMATIO MICHELIN
0.000	MERCK SANTE	17	0.002	MERCK SANTE	17	0.000	MERCK SANTE
0.000	MOTEURS LEROY SOMER	18	0.000	MOTEURS LEROY SOMER	18	0.000	MOTEURS LEROY SOMER
0.000	NOVARTIS PHARMA SAS	19	0.037	NOVARTIS PHARMA SAS	19	0.000	NOVARTIS PHARMA SAS
0.000	OTIS	20	0.001	OTIS	20	0.000	OTIS
0.000	PHILIPS	21	0.001	PHILIPS	21	0.001	PHILIPS
0.000	ROBERT BOSCH France	22	0.001	ROBERT BOSCH France	22	0.001	ROBERT BOSCH France
0.401	ROQUETTE FRERES	23	0.117	ROQUETTE FRERES	23	0.117	ROQUETTE FRERES
0.000	SAP France SA	24	0.002	SAP France SA	24	0.000	SAP France SA
L'intensité de R&D				L'effectif de R&D			
w.weights	unit.names	unit.numbers	w.weights	unit.names	unit.numbers	w.weights	unit.names
0.003	AUTOLIV France	3	0.000	AUTOLIV France	3	0.000	AUTOLIV France
0.004	BRISTOL MYERS SQUIBB	4	0.000	BRISTOL MYERS SQUIBB	4	0.000	BRISTOL MYERS SQUIBB
0.000	CIE IBM France	5	0.000	CIE IBM France	5	0.000	CIE IBM France
0.004	ESSILOR INTERNATIONAL	6	0.000	ESSILOR INTERNATIONAL	6	0.000	ESSILOR INTERNATIONAL
0.470	FREESCALE SEMICONDUCTEURS France	7	0.455	FREESCALE SEMICONDUCTEURS France	7	0.000	FREESCALE SEMICONDUCTEURS France
0.001	GE MEDICAL SYSTEMS	8	0.000	GE MEDICAL SYSTEMS	8	0.000	GE MEDICAL SYSTEMS
0.051	IPSEN PHARMA	9	0.165	IPSEN PHARMA	9	0.000	IPSEN PHARMA
0.003	LABO BIO VEGET Y ROCHER	9	0.000	LABO BIO VEGET Y ROCHER	9	0.000	LABO BIO VEGET Y ROCHER
0.030	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE	11	0.000	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE	11	0.000	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE
0.001	LABORATOIRES MERK	10	0.156	LABORATOIRES MERK	10	0.000	LABORATOIRES MERK
0.002	LEGRAND France	13	0.041	LEGRAND France	13	0.000	LEGRAND France
0.001	LILLY France	14	0.000	LILLY France	14	0.000	LILLY France
0.089	LOREAL	15	0.101	LOREAL	15	0.000	LOREAL
0.276	MANUF PNEUMATIO MICHELIN	16	0.000	MANUF PNEUMATIO MICHELIN	16	0.000	MANUF PNEUMATIO MICHELIN
0.051	MERCK SANTE	17	0.000	MERCK SANTE	17	0.000	MERCK SANTE
0.004	MOTEURS LEROY SOMER	18	0.000	MOTEURS LEROY SOMER	18	0.000	MOTEURS LEROY SOMER
0.001	NOVARTIS PHARMA SAS	19	0.000	NOVARTIS PHARMA SAS	19	0.000	NOVARTIS PHARMA SAS
0.003	OTIS	20	0.000	OTIS	20	0.000	OTIS
0.000	PHILIPS	21	0.000	PHILIPS	21	0.000	PHILIPS
0.002	ROBERT BOSCH France	22	0.000	ROBERT BOSCH France	22	0.000	ROBERT BOSCH France
0.001	ROQUETTE FRERES	23	0.000	ROQUETTE FRERES	23	0.000	ROQUETTE FRERES
0.001	SAP France SA	24	0.081	SAP France SA	24	0.000	SAP France SA
L'autofinancement de R&D				L'effectif de R&D			
w.weights	unit.names	unit.numbers	w.weights	unit.names	unit.numbers	w.weights	unit.names
0.000	AUTOLIV France	3	0.000	AUTOLIV France	3	0.000	AUTOLIV France
0.000	BRISTOL MYERS SQUIBB	4	0.000	BRISTOL MYERS SQUIBB	4	0.000	BRISTOL MYERS SQUIBB
0.000	CIE IBM France	5	0.000	CIE IBM France	5	0.000	CIE IBM France
0.000	ESSILOR INTERNATIONAL	6	0.000	ESSILOR INTERNATIONAL	6	0.000	ESSILOR INTERNATIONAL
0.209	FREESCALE SEMICONDUCTEURS France	7	0.000	FREESCALE SEMICONDUCTEURS France	7	0.000	FREESCALE SEMICONDUCTEURS France
0.000	GE MEDICAL SYSTEMS	8	0.000	GE MEDICAL SYSTEMS	8	0.000	GE MEDICAL SYSTEMS
0.000	IPSEN PHARMA	9	0.647	IPSEN PHARMA	9	0.000	IPSEN PHARMA
0.000	LABO BIO VEGET Y ROCHER	9	0.000	LABO BIO VEGET Y ROCHER	9	0.000	LABO BIO VEGET Y ROCHER
0.088	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE	11	0.000	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE	11	0.000	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE
0.000	LABORATOIRES MERK	10	0.000	LABORATOIRES MERK	10	0.000	LABORATOIRES MERK
0.000	LEGRAND France	13	0.139	LEGRAND France	13	0.000	LEGRAND France
0.000	LILLY France	14	0.000	LILLY France	14	0.000	LILLY France
0.545	LOREAL	15	0.088	LOREAL	15	0.000	LOREAL
0.000	MANUF PNEUMATIO MICHELIN	16	0.050	MANUF PNEUMATIO MICHELIN	16	0.000	MANUF PNEUMATIO MICHELIN
0.154	MERCK SANTE	17	0.000	MERCK SANTE	17	0.000	MERCK SANTE
0.000	MOTEURS LEROY SOMER	18	0.000	MOTEURS LEROY SOMER	18	0.000	MOTEURS LEROY SOMER
0.000	NOVARTIS PHARMA SAS	19	0.000	NOVARTIS PHARMA SAS	19	0.000	NOVARTIS PHARMA SAS
0.000	OTIS	20	0.000	OTIS	20	0.000	OTIS
0.000	PHILIPS	21	0.000	PHILIPS	21	0.000	PHILIPS
0.000	ROBERT BOSCH France	22	0.074	ROBERT BOSCH France	22	0.000	ROBERT BOSCH France
0.000	ROQUETTE FRERES	23	0.000	ROQUETTE FRERES	23	0.000	ROQUETTE FRERES
0.000	SAP France SA	24	0.000	SAP France SA	24	0.000	SAP France SA

la différence entre les valeurs de ces indicateurs relatifs à l'entreprise B et les valeurs de ces mêmes indicateurs inhérents à la version synthétique de l'entreprise B, après la mise en place des IRT Rhônealpins. L'analyse de ces graphiques montre que pour les dépenses extérieures de R&D et l'effectif de R&D, les deux trajectoires commencent à diverger de manière considérable dès 2011 (une année avant le lancement des activités des IRT Rhônealpins) pour le premier indicateur et à partir de 2012 pour le deuxième indicateur ; la courbe relative à l'entreprise B étant au-dessus de celle de sa version synthétique. Cet écart entre les deux trajectoires suggère un effet positif de la mise en place des IRT Rhônealpins sur ces deux indicateurs d'input de recherche. Par ailleurs, la divergence des deux trajectoires une année avant la création effective des IRT Rhônealpins suggère la présence des effets anticipatifs de l'entreprise B. De même que pour l'entreprise A, on peut justifier ces effets par la préparation de l'entreprise B à entrer dans l'IRT un an avant la création effective des IRT ou alors par une simple coïncidence du changement de stratégie. En ce qui concerne l'autofinancement de R&D et l'intensité de R&D, l'effet contraire est observé. On note certes une divergence entre les deux courbes mais la courbe inhérente à l'entreprise B "synthétique" est située au-dessus de celle relative à l'entreprise B. Cela signifie que l'implémentation des IRT Rhônealpins aurait eu un effet négatif sur ces deux indicateurs d'input de R&D. Par ailleurs, on constate que pour les dépenses totales de R&D nettes des fonds publics et les dépenses intérieures de R&D, les deux trajectoires semblent ne pas diverger après l'implémentation des IRT Rhônealpins. Cet écart nul entre les deux tendances suggère que la participation aux IRT Rhônealpins n'aurait eu aucun effet sur ces deux indicateurs inhérents à l'entreprise B. Pour mieux voir ces effets, nous allons analyser la figure 4.6 qui présente les estimations annuelles des impacts de l'implémentation des IRT Rhônealpins. Plus précisément, elle reporte les écarts annuels des indicateurs d'input de recherche entre l'entreprise B et sa version synthétique. Cette figure nous enseigne que l'implémentation des IRT Rhônealpins a eu un effet positif important sur l'effectif de R&D, un effet positif mais très faible sur les dépenses extérieures de R&D, un effet négatif sur les dépenses totales de R&D nettes des fonds publics, sur l'autofinancement de R&D et sur l'intensité de R&D. Il est important de noter que l'effet négatif est très sévère sur l'intensité de R&D. Par ailleurs, aucun effet n'est décelé sur les dépenses intérieures de R&D. Nos résultats suggèrent que pour toute la période 2012-2015, l'IRT a eu un effet positif, respectivement de 2,4 millions d'euros, de 6 millions d'euros et de 259 personnes physiques sur les dépenses intérieures de R&D, les dépenses extérieures de R&D et sur l'effectif de R&D. Par contre, en ce qui concerne les dépenses totales de R&D nettes des fonds publics, l'autofinancement de R&D et l'intensité de R&D, on note plutôt un effet négatif respectivement de 9 millions d'euros, de 23 millions d'euros et de 7% (voir *tableau 4.15*).

TABLE 4.15 – Ecart annuel des indicateurs d'input de R&D entre l'entreprise B et sa version synthétique

Années post-traitement	Dépenses totales de R&D nettes	Dépenses intérieures de R&D	Dépenses extérieures de R&D	Autofinancement de R&D	Intensité de R&D	Effectif de R&D
2012	-792	746	4 982	-9 086	0,34%	99
2013	-9 114	5 033	9 884	-14 023	-9%	233
2014	-16 367	505	968	-28 922	-10%	296
2015	-10 448	-1 036	8 448	-39 110	-9%	409
Effet moyen annuel	-9 180	2 448	6 071	-22 785	-7%	259

L'inférence sur l'effet des IRT Rhônealpins sur l'entreprise B

La figure 4.7 présente les résultats du test de permutation. De même que pour l'entreprise A, les lignes vertes représentent l'écart associé à chacun des 22 passages du test. Dit autrement, les lignes vertes montrent la différence des indicateurs d'input de recherche entre chaque entreprise du "donor pool" et sa version synthétique respective. La ligne noire superposée indique l'écart estimé pour l'entreprise B. Comme la figure 4.7 le montre, on remarque que pour l'effectif de R&D et l'intensité de R&D, l'écart estimé pour l'entreprise B au cours de la période 2012-2015 est inhabituellement élevé pour le premier indicateur et faible pour le deuxième indicateur, par rapport à la répartition des écarts pour les entreprises dans le "donor pool". Cet écart inhabituel n'est pas observé pour les autres indicateurs d'input. Par conséquent, on peut conclure que les IRT Rhônealpins ont eu un effet positif et significatif sur l'effectif de R&D, un effet négatif et significatif sur l'intensité de R&D et aucun effet significatif sur les autres indicateurs d'input.

4.5.4.3 Méthode de contrôle synthétique pour l'entreprise C

Tout comme l'entreprise A et B, l'entreprise C "synthétique" doit être construite par la combinaison convexe des grandes entreprises du "donor pool" qui ressemblent le plus à l'entreprise C en termes de valeurs pré-IRT Rhônealpins des variables prédictives et de variable de résultat. Le tableau 4.16 présente les résultats qui comparent les caractéristiques de pré-traitement de l'entreprise C, de sa version synthétique ainsi que celles de l'ensemble des 22 grandes entreprises du "donor pool". Les résultats montrent que les valeurs moyennes des caractéristiques de pré-traitement des entreprises du "donor pool" prises dans leur ensemble sont très éloignées des valeurs des caractéristiques de pré-traitement de l'entreprise C, comparativement à celles relatives à l'entreprise C "synthétique". Cependant, il convient de noter que certaines caractéristiques de prétraitement de l'entreprise C sont beaucoup plus proches de l'ensemble des entreprises de l'échantillon que de la version synthétique de l'entreprise C. Cela laisse penser que l'ajustement

FIGURE 4.6 – Ecart des valeurs des indicateurs d'input de recherche entre l'entreprise "B" et l'entreprise "B" synthétique

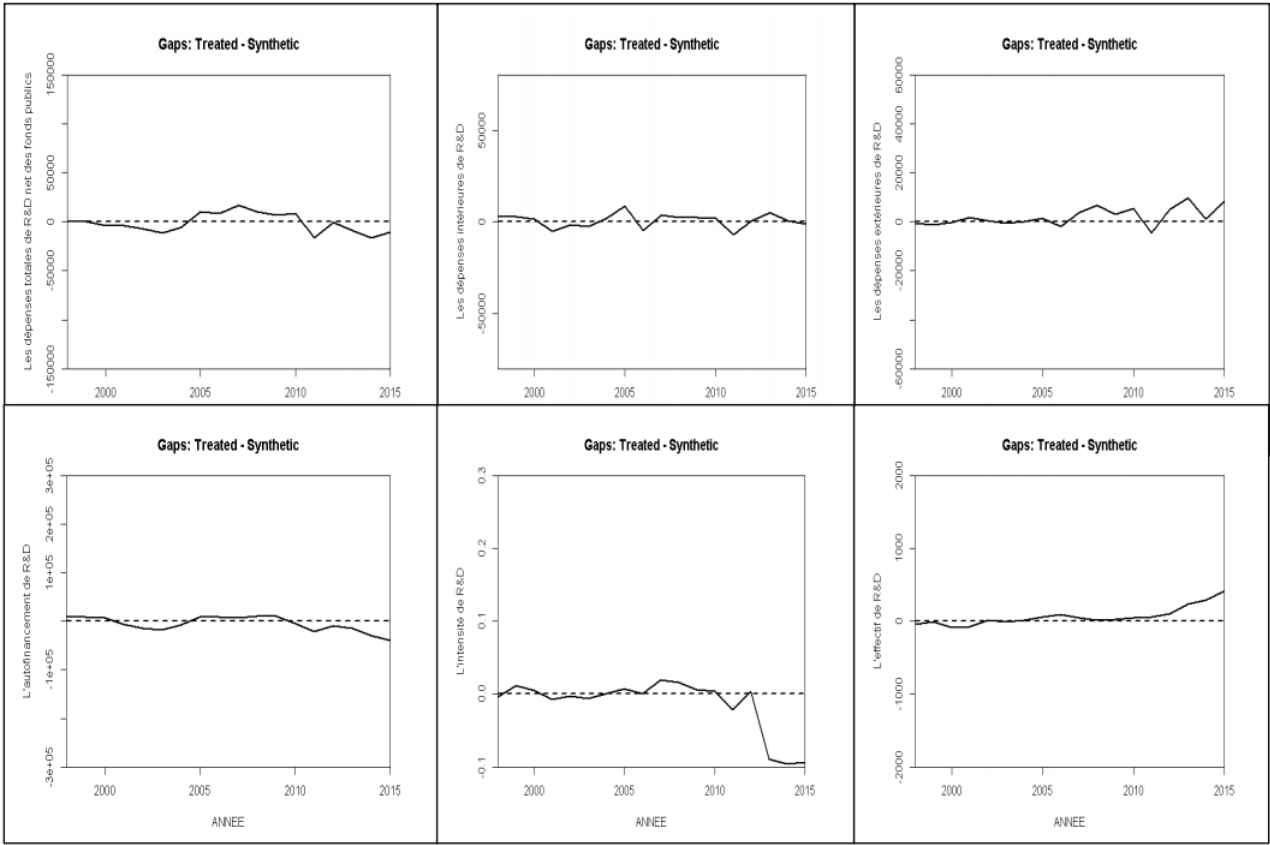
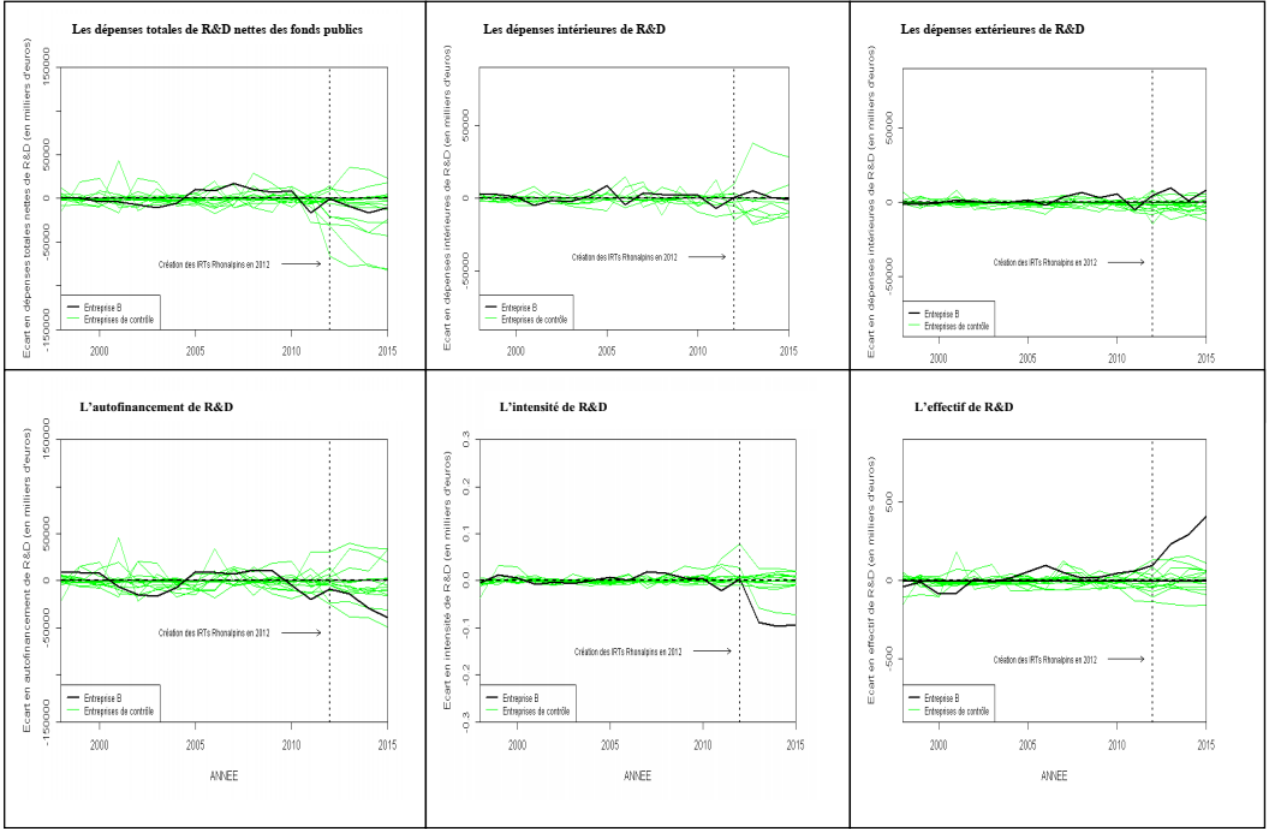


FIGURE 4.7 – Les écarts des indicateurs d'input de R&D et les écarts entre les placebos des entreprises de contrôle (pour l'entreprise B)



ne serait peut-être pas de meilleure qualité en ce sens que l'entreprise C "synthétique" ne reproduit pas les valeurs pré-traitement pour toutes les caractéristiques que l'entreprise C avait avant l'implémentation des IRT Rhônealpins. Dans tous les cas, l'entreprise C "synthétique" qui n'est rien d'autre que la combinaison linéaire pondérée des entreprises du "donor pool" représente un meilleur contrefactuel comparativement à l'ensemble des 22 entreprises du "donor pool". Les entreprises qui ont contribué à construire la version synthétique de l'entreprise C pour chaque indicateur d'input de R&D sont reportées dans le tableau 4.17. Dans ce dernier, il est indiqué que la tendance pré-traitement relative aux dépenses totales de R&D nettes des fonds publics, aux dépenses intérieures de R&D et à l'autofinancement de R&D est mieux reproduite par une combinaison de 2 grandes entreprises suivantes : "L'oréal" et "Ipsen Pharma"; les autres entreprises du "donor pool" ayant un poids égal à zéro. Quant à la tendance pré-traitement des dépenses extérieures de R&D, elle est mieux reproduite par une combinaison de 3 grandes entreprises de contrôle du "donor pool" qui sont "L'oréal", "Merk Sante" et "Michelin". La tendance pré-traitement de l'intensité de R&D est mieux reproduite par une combinaison de 3 grandes entreprises du "donor pool" qui sont "L'oréal", "Ipsen Pharma" et "Sap France". La tendance de l'effectif de R&D avant l'implémentation des IRT Rhônealpins est mieux reproduite par une combinaison de quatre grandes entreprises qui sont "Legrand France", "Robert Bosch France", "L'oréal" et "Novartis Pharma".

TABLE 4.16 – La moyenne des variables prédictives des indicateurs de R&D de l'entreprise C
 | Pour des raisons de confidentialité, nous ne pouvons pas afficher les données de ce tableau. |

FIGURE 4.8 – Tendance des indicateurs d'input de R&D : Entreprise "C" vs Entreprise "C" synthétique

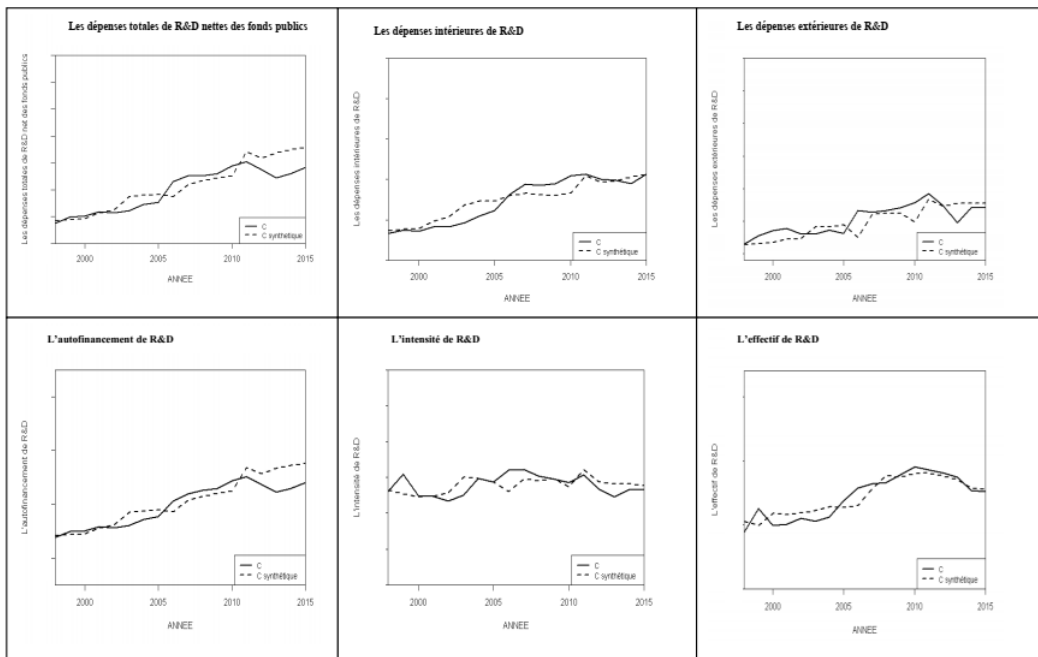


TABLE 4.17 – Le poids des entreprises de contrôle dans l'entreprise C "synthétique"

Les dépenses totales de R&D nettes				Les dépenses intérieures de R&D			
w.weights	unit.names	unit.numbers		w.weights	unit.names	unit.numbers	
0.000	AUTOLIV FRANCE	3		0.000	AUTOLIV FRANCE	3	
0.000	BRISTOL MYERS SQUIBB	4		0.000	BRISTOL MYERS SQUIBB	4	
0.000	CIE IBM FRANCE	5		0.000	CIE IBM FRANCE	5	
0.000	ESSILOR INTERNATIONAL	6		0.000	ESSILOR INTERNATIONAL	6	
0.000	FREESCALE SEMICONDUCTEURS FRANCE	7		0.000	FREESCALE SEMICONDUCTEURS FRANCE	7	
0.000	GE MEDICAL SYSTEMS	8		0.000	GE MEDICAL SYSTEMS	8	
0.482	IPSEN PHARMA	9		0.527	IPSEN PHARMA	9	
0.000	LABO BIO VEGET Y ROCHER	10		0.000	LABO BIO VEGET Y ROCHER	10	
0.000	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE	11		0.000	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE	11	
0.000	LABORATOIRES MERCK SHARP & DOHME	12		0.000	LABORATOIRES MERCK SHARP & DOHME	12	
0.000	LEGRAND FRANCE	13		0.000	LEGRAND FRANCE	13	
0.000	LILLY FRANCE	14		0.000	LILLY FRANCE	14	
0.518	LOREAL	15		0.473	LOREAL	15	
0.000	MANUF FRANÇ PNEUMATIO MICHELIN	16		0.000	MANUF FRANÇ PNEUMATIO MICHELIN	16	
0.000	MERCK SANTE	17		0.000	MERCK SANTE	17	
0.000	MOTEURS LEROY SOMER	18		0.000	MOTEURS LEROY SOMER	18	
0.000	NOVARTIS PHARMA SAS	19		0.000	NOVARTIS PHARMA SAS	19	
0.000	OTIS	20		0.000	OTIS	20	
0.000	PHILIPS FRANCE	21		0.000	PHILIPS FRANCE	21	
0.000	ROBERT BOSCH FRANCE	22		0.000	ROBERT BOSCH FRANCE	22	
0.000	ROQUETTE FRERES	23		0.000	ROQUETTE FRERES	23	
0.000	SAP France SA	24		0.000	SAP France SA	24	
Les dépenses extérieures de R&D				L'autofinancement de R&D			
w.weights	unit.names	unit.numbers		w.weights	unit.names	unit.numbers	
0.000	AUTOLIV FRANCE	3		0.000	AUTOLIV FRANCE	3	
0.000	BRISTOL MYERS SQUIBB	4		0.000	BRISTOL MYERS SQUIBB	4	
0.000	CIE IBM FRANCE	5		0.000	CIE IBM FRANCE	5	
0.000	ESSILOR INTERNATIONAL	6		0.000	ESSILOR INTERNATIONAL	6	
0.000	FREESCALE SEMICONDUCTEURS FRANCE	7		0.000	FREESCALE SEMICONDUCTEURS FRANCE	7	
0.000	GE MEDICAL SYSTEMS	8		0.000	GE MEDICAL SYSTEMS	8	
0.000	IPSEN PHARMA	9		0.491	IPSEN PHARMA	9	
0.000	LABO BIO VEGET Y ROCHER	10		0.000	LABO BIO VEGET Y ROCHER	10	
0.000	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE	11		0.000	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE	11	
0.000	LABORATOIRES MERCK SHARP & DOHME	12		0.000	LABORATOIRES MERCK SHARP & DOHME	12	
0.000	LEGRAND FRANCE	13		0.000	LEGRAND FRANCE	13	
0.000	LILLY FRANCE	14		0.000	LILLY FRANCE	14	
0.610	LOREAL	15		0.509	LOREAL	15	
0.114	MANUF FRANÇ PNEUMATIO MICHELIN	16		0.000	MANUF FRANÇ PNEUMATIO MICHELIN	16	
0.275	MERCK SANTE	17		0.000	MERCK SANTE	17	
0.000	MOTEURS LEROY SOMER	18		0.000	MOTEURS LEROY SOMER	18	
0.000	NOVARTIS PHARMA SAS	19		0.000	NOVARTIS PHARMA SAS	19	
0.000	OTIS	20		0.000	OTIS	20	
0.000	PHILIPS FRANCE	21		0.000	PHILIPS FRANCE	21	
0.000	ROBERT BOSCH FRANCE	22		0.000	ROBERT BOSCH FRANCE	22	
0.000	ROQUETTE FRERES	23		0.000	ROQUETTE FRERES	23	
0.000	SAP France SA	24		0.000	SAP France SA	24	
L'intensité de R&D				L'effectif de R&D			
w.weights	unit.names	unit.numbers		w.weights	unit.names	unit.numbers	
0.000	AUTOLIV FRANCE	3		0.000	AUTOLIV FRANCE	3	
0.000	BRISTOL MYERS SQUIBB	4		0.000	BRISTOL MYERS SQUIBB	4	
0.000	CIE IBM FRANCE	5		0.000	CIE IBM FRANCE	5	
0.000	ESSILOR INTERNATIONAL	6		0.000	ESSILOR INTERNATIONAL	6	
0.000	FREESCALE SEMICONDUCTEURS FRANCE	7		0.000	FREESCALE SEMICONDUCTEURS FRANCE	7	
0.000	GE MEDICAL SYSTEMS	8		0.000	GE MEDICAL SYSTEMS	8	
0.010	IPSEN PHARMA	9		0.000	IPSEN PHARMA	9	
0.000	LABO BIO VEGET Y ROCHER	10		0.000	LABO BIO VEGET Y ROCHER	10	
0.000	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE	11		0.000	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE	11	
0.000	LABORATOIRES MERCK SHARP & DOHME	12		0.000	LABORATOIRES MERCK SHARP & DOHME	12	
0.000	LEGRAND FRANCE	13		0.613	LEGRAND FRANCE	13	
0.000	LILLY FRANCE	14		0.000	LILLY FRANCE	14	
0.965	LOREAL	15		0.110	LOREAL	15	
0.000	MANUF FRANÇ PNEUMATIO MICHELIN	16		0.000	MANUF FRANÇ PNEUMATIO MICHELIN	16	
0.000	MERCK SANTE	17		0.000	MERCK SANTE	17	
0.000	MOTEURS LEROY SOMER	18		0.000	MOTEURS LEROY SOMER	18	
0.000	NOVARTIS PHARMA SAS	19		0.054	NOVARTIS PHARMA SAS	19	
0.000	OTIS	20		0.000	OTIS	20	
0.000	PHILIPS FRANCE	21		0.000	PHILIPS FRANCE	21	
0.000	ROBERT BOSCH FRANCE	22		0.222	ROBERT BOSCH FRANCE	22	
0.000	ROQUETTE FRERES	23		0.000	ROQUETTE FRERES	23	
0.025	SAP France SA	24		0.000	SAP France SA	24	

La figure 4.8 montre l'évolution des 6 indicateurs d'input de la recherche relatifs à l'entreprise C et à sa contrepartie synthétique au cours de la période 1998-2015. On remarque que pour chacun de ces indicateurs, la trajectoire de la version "synthétique" suit de près la trajectoire de l'entreprise C pendant toute la période précédente l'implémentation des IRT Rhônealpins (en 2012). Cela suggère que l'entreprise C "synthétique" fournit une approximation raisonnable de l'évolution des indicateurs d'input de recherche que l'entreprise C aurait connue en l'absence de la création des IRT Rhônealpins. On peut tout de même souligner que l'ajustement est moins précis comparativement à celui de l'entreprise A et B.

On constate que pour les dépenses totales de R&D, les dépenses extérieures de R&D, l'autofinancement de R&D et l'intensité de R&D, les deux trajectoires commencent à diverger de manière considérable dès 2011 (une année avant le lancement des activités des IRT Rhônealpins), la courbe relative à l'entreprise C étant au-dessous de celle de sa version synthétique. Cet écart entre les deux trajectoires suggère un effet négatif de la mise place des IRT Rhônealpins sur ces indicateurs d'input de recherche. Ces effets négatifs sont d'une grande ampleur pour les dépenses totales de R&D nettes des fonds publics et l'autofinancement. Ils sont moins importants pour les autres indicateurs. Pour mieux visualiser ces effets nous analysons la figure 4.9 qui reporte les écarts annuels des indicateurs d'input de recherche entre l'entreprise C et sa version synthétique. Cette figure nous enseigne que l'implémentation des IRT Rhônealpins a eu un effet négatif dont l'ampleur varie en fonction de l'indicateur d'input de R&D. Nos résultats suggèrent que pour toute la période 2012-2015, les dépenses totales de R&D nettes des fonds publics, les dépenses intérieures de R&D, les dépenses extérieures de R&D, l'autofinancement de R&D, l'intensité de R&D et l'effectif de R&D ont été diminué par l'effet de l'IRT, respectivement en moyenne de près de 75 millions d'euros, de 2,4 millions d'euros, de 11 millions d'euros, de 72 millions d'euros et de 2%. En revanche, l'IRT a eu un faible effet positif sur l'effectif de R&D de 2 personnes physiques (voir *tableau 4.18*). A quel point peut-on accorder de la crédibilité à ces effets ? Apporter une réponse à cette question revient à analyser la significativité de ces effets via l'inférence statistique.

TABLE 4.18 – Ecart annuels des indicateurs d'input de R&D entre l'entreprise C et sa version synthétique

Années post-traitement	Dépenses totales de R&D nettes	Dépenses intérieures de R&D	Dépenses extérieures de R&D	Autofinancement de R&D	Intensité de R&D	Effectif de R&D
2012	-43 634	6 969	734	-40 525	-2%	27
2013	-92 563	430	-30 521	-88 842	-4%	17
2014	-89 955	-17 756	-6 533	-86 453	-2%	-18
2015	-75 293	784	-7 406	-72 537	-1%	-17
Effet moyen annuel	-75 361	-2 393	-10 932	-72 089	-2%	2

L'inférence sur l'effet des IRT Rhônealpins sur l'entreprise C

La figure 4.10 présente les résultats du test de permutation. Les lignes vertes montrent la différence des indicateurs d'input de R&D entre chaque entreprise du "donor pool" et sa version synthétique respective. La ligne noire superposée indique l'écart estimé pour l'entreprise C. Comme le montre la figure 4.10, pour tous les indicateurs d'input à l'exception de l'autofinancement de R&D, l'écart estimé pour l'entreprise C au cours de la période 2012-2015 n'est pas inhabituellement élevé par rapport à la répartition des écarts pour les entreprises dans le "donor pool". Cela suggère que la participation de l'entreprise C aux IRT Rhônealpins a eu un effet négatif et significatif sur l'autofinancement de R&D et aucun effet significatif sur les autres indicateurs, au cours de la période 2012-2015. Il existe donc un effet d'aubaine pour cette entreprise qui a réduit son effort d'autofinancement en lien avec sa participation à l'IRT.

FIGURE 4.9 – Ecart des valeurs des indicateurs d'input de recherche entre l'entreprise "C" et l'entreprise "C" synthétique

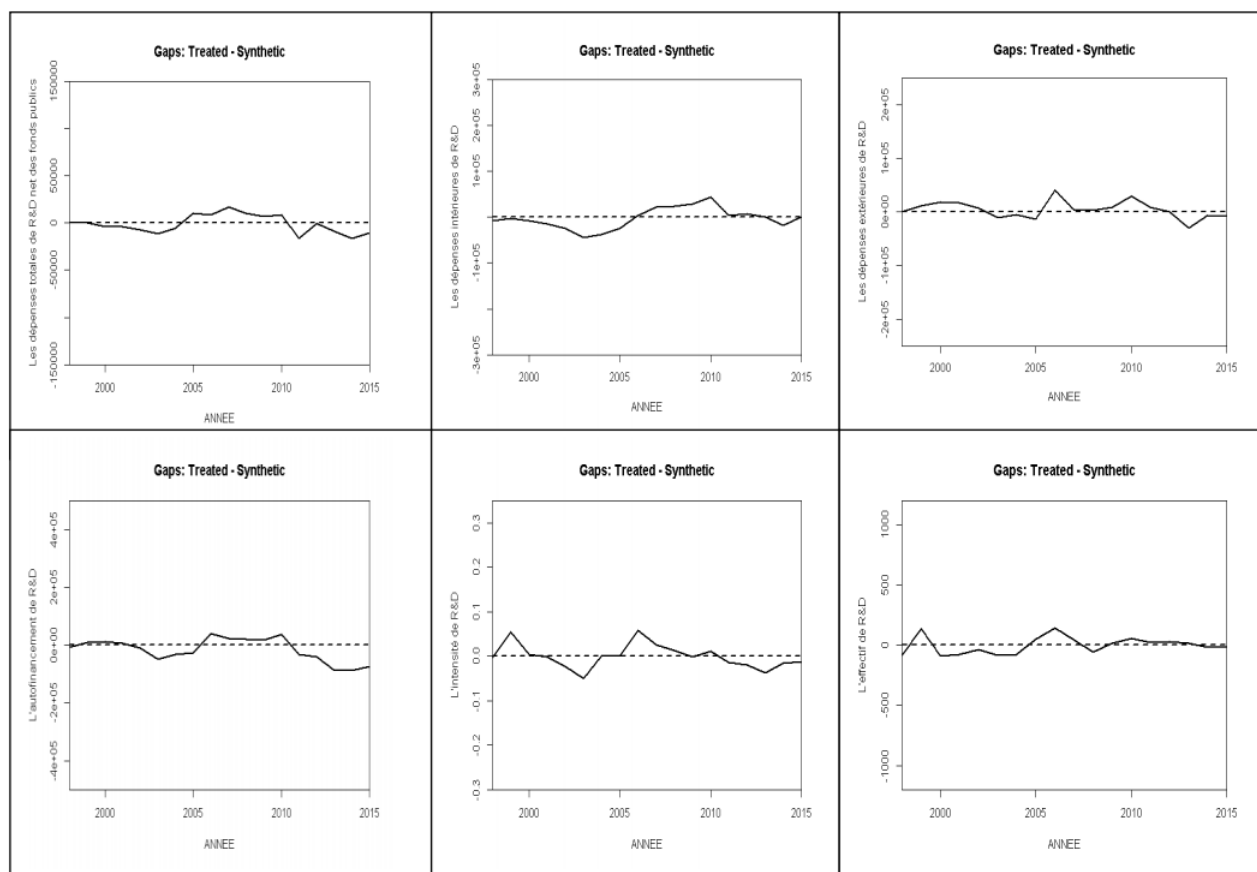
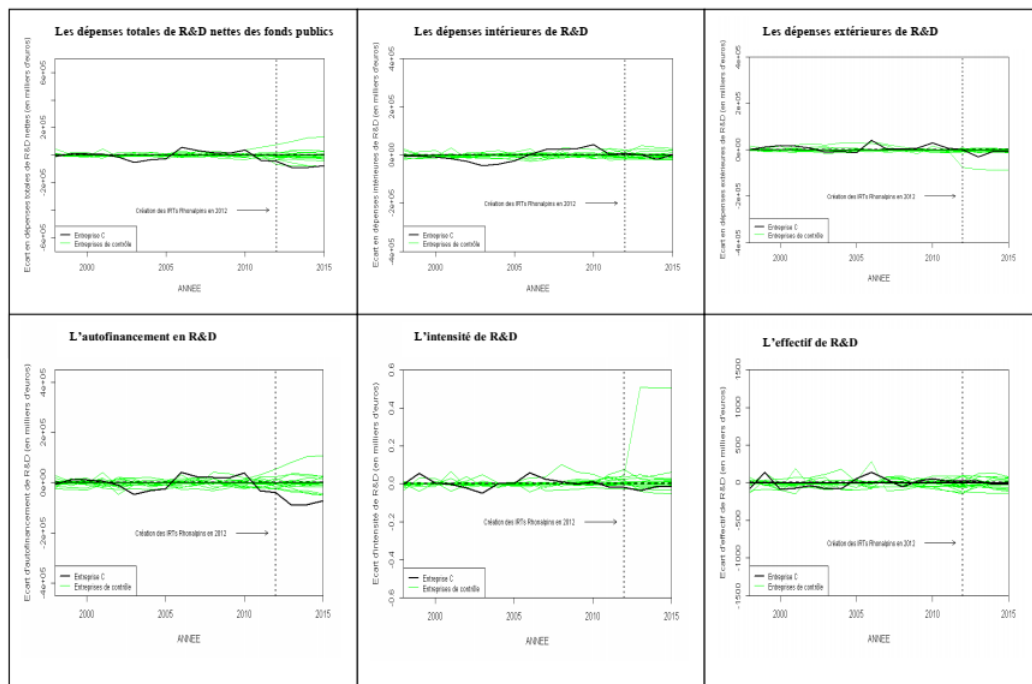


FIGURE 4.10 – Les écarts des indicateurs d'input de R&D et les écarts entre les placebos des entreprises de contrôle (pour l'entreprise C)



4.5.4.4 Méthode de contrôle synthétique pour l'entreprise D

Tout comme l'entreprise A, B et C, l'entreprise D "synthétique" doit être construite par la combinaison convexe des entreprises du "donor pool" qui ressemblent le plus à l'entreprise D en termes de valeurs pré-IRT Rhône-Alpes (avant l'implémentation des IRT Rhône-Alpes) des variables prédictives et de variable de résultat. Le tableau 4.19 présente les résultats qui comparent les caractéristiques de pré-traitement de l'entreprise D, de sa version synthétique ainsi que celles de l'ensemble des 22 grandes entreprises du "donor pool". Les résultats montrent que ni les entreprises du "donor pool", ni la version synthétique de l'entreprise D, ne sont proches de l'entreprise D en termes des valeurs de pré-traitement des caractéristiques. On peut tout de même noter que la version synthétique de l'entreprise D se rapproche plus de l'entreprise D comparativement à l'ensemble des entreprises de contrôle. Par conséquent, ni l'entreprise D "synthétique", ni l'ensemble des entreprises de contrôle semble constituer un contrefactuel approprié pour l'entreprise D. Il est donc fort probable que l'ajustement soit de mauvaise qualité en ce sens que l'entreprise D "synthétique" ne reproduit pas les valeurs de pré-traitement pour toutes les caractéristiques que l'entreprise D avait avant l'implémentation des IRT Rhône-Alpes. Les entreprises qui ont contribué à construire la version synthétique de l'entreprise D pour chaque indicateur d'input de R&D sont reportées dans le tableau 4.20. L'analyse de ce tableau indique que la tendance pré-traitement relative aux dépenses totales de

R&D nettes des fonds publics et aux dépenses intérieures de R&D est mieux reproduite par une seule entreprise : "Michelin", les autres entreprises du "donor pool" ayant un poids égal à zéro. Quant à la tendance pré-traitement des dépenses extérieures de R&D, elle est mieux reproduite par une combinaison de 2 grandes entreprises de contrôle du "donor pool" qui sont par ordre d'importance les suivantes : "Merk Sante" et "L'oréal". La tendance pré-traitement de l'autofinancement de R&D est mieux reproduite par une combinaison de 2 grandes entreprises du "donor pool" qui sont ordre d'importance les suivantes : "Michelin" et "L'oréal". Pour la tendance pré-traitement de l'intensité de R&D, elle est mieux reproduite par une combinaison de deux grandes entreprises qui sont par ordre d'importance les suivantes : "L'oréal" et "Ipsen Pharma".

TABLE 4.19 – La moyenne des variables prédictives des indicateurs de R&D de l'entreprise D
 | Pour des raisons de confidentialité, nous ne pouvons pas afficher les données de ce tableau |

FIGURE 4.11 – Tendance des indicateurs d'input de R&D : Entreprise "D" vs Entreprise "D" synthétique

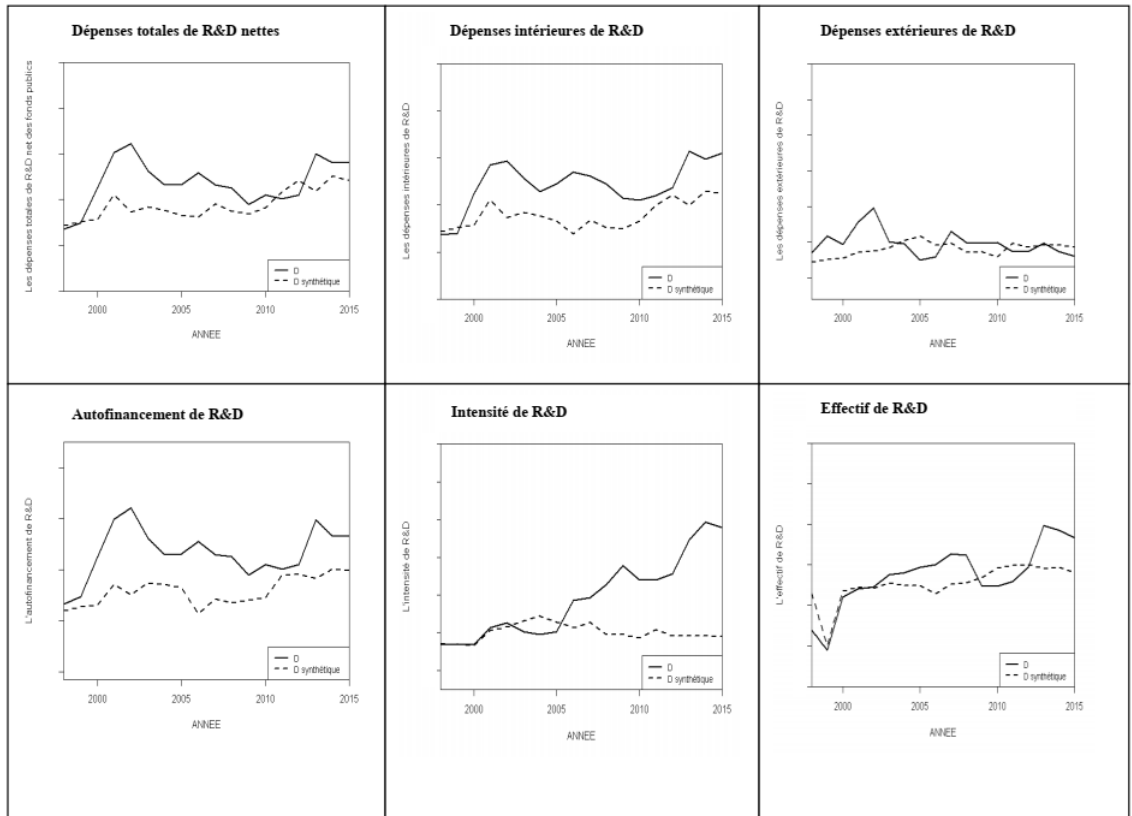


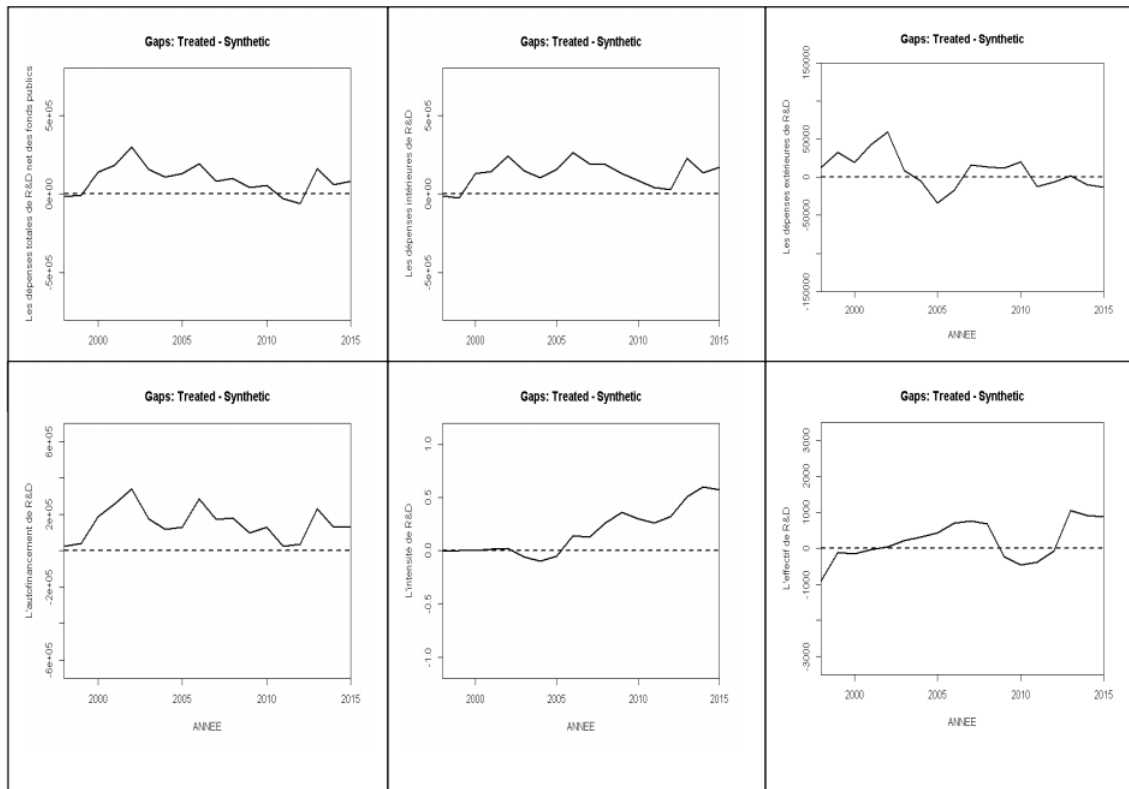
TABLE 4.20 – Le poids des entreprises de contrôle dans l'entreprise D "synthétique"

Les dépenses totales de R&D nettes				Les dépenses intérieures de R&D			
w.weights	unit.names	unit.numbers	w.weights	unit.names	unit.numbers	w.weights	unit.names
0.000	AUTOLIV FRANCE	3	0.000	AUTOLIV FRANCE	3	0.000	AUTOLIV FRANCE
0.000	BRISTOL MYERS SQUIBB	4	0.000	BRISTOL MYERS SQUIBB	4	0.000	BRISTOL MYERS SQUIBB
0.000	CIE IBM FRANCE	5	0.000	CIE IBM FRANCE	5	0.000	CIE IBM FRANCE
0.000	ESSILOR INTERNATIONAL	6	0.000	ESSILOR INTERNATIONAL	6	0.000	ESSILOR INTERNATIONAL
0.000	FREESCALE SEMICONDUCTEURS FRANCE	7	0.000	FREESCALE SEMICONDUCTEURS FRANCE	7	0.000	FREESCALE SEMICONDUCTEURS FRANCE
0.000	GE MEDICAL SYSTEMS	8	0.000	GE MEDICAL SYSTEMS	8	0.000	GE MEDICAL SYSTEMS
0.000	IPSEN PHARMA	9	0.000	IPSEN PHARMA	9	0.000	IPSEN PHARMA
0.000	LABO BIO VEGET Y ROCHER	10	0.000	LABO BIO VEGET Y ROCHER	10	0.000	LABO BIO VEGET Y ROCHER
0.000	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE	11	0.000	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE	11	0.000	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE
0.000	LABORATOIRES MERCK SHARP & DOHME	12	0.000	LABORATOIRES MERCK SHARP & DOHME	12	0.000	LABORATOIRES MERCK SHARP & DOHME
0.000	LEGRAND FRANCE	13	0.000	LEGRAND FRANCE	13	0.000	LEGRAND FRANCE
0.000	LILLY FRANCE	14	0.000	LILLY FRANCE	14	0.000	LILLY FRANCE
0.518	LOREAL	15	0.518	LOREAL	15	0.518	LOREAL
1.000	MANUF FRANC PNEUMATIQ MICHELIN	16	1.000	MANUF FRANC PNEUMATIQ MICHELIN	16	1.000	MANUF FRANC PNEUMATIQ MICHELIN
0.000	MERCK SANTE	17	0.000	MERCK SANTE	17	0.000	MERCK SANTE
0.000	MOTEURS LEROY SOMER	18	0.000	MOTEURS LEROY SOMER	18	0.000	MOTEURS LEROY SOMER
0.000	NOVARTIS PHARMA SAS	19	0.000	NOVARTIS PHARMA SAS	19	0.000	NOVARTIS PHARMA SAS
0.000	OTIS	20	0.000	OTIS	20	0.000	OTIS
0.000	PHILIPS FRANCE	21	0.000	PHILIPS FRANCE	21	0.000	PHILIPS FRANCE
0.000	ROBERT BOSCH FRANCE	22	0.000	ROBERT BOSCH FRANCE	22	0.000	ROBERT BOSCH FRANCE
0.000	ROQUETTE FRERES	23	0.000	ROQUETTE FRERES	23	0.000	ROQUETTE FRERES
0.000	SAP France SA	24	0.000	SAP France SA	24	0.000	SAP France SA

Les dépenses extérieures de R&D				L'autofinancement de R&D			
w.weights	unit.names	unit.numbers	w.weights	unit.names	unit.numbers	w.weights	unit.names
0.000	AUTOLIV FRANCE	3	0.000	AUTOLIV FRANCE	3	0.000	AUTOLIV FRANCE
0.000	BRISTOL MYERS SQUIBB	4	0.000	BRISTOL MYERS SQUIBB	4	0.000	BRISTOL MYERS SQUIBB
0.000	CIE IBM FRANCE	5	0.000	CIE IBM FRANCE	5	0.000	CIE IBM FRANCE
0.000	ESSILOR INTERNATIONAL	6	0.000	ESSILOR INTERNATIONAL	6	0.000	ESSILOR INTERNATIONAL
0.000	FREESCALE SEMICONDUCTEURS FRANCE	7	0.000	FREESCALE SEMICONDUCTEURS FRANCE	7	0.000	FREESCALE SEMICONDUCTEURS FRANCE
0.000	GE MEDICAL SYSTEMS	8	0.000	GE MEDICAL SYSTEMS	8	0.000	GE MEDICAL SYSTEMS
0.000	IPSEN PHARMA	9	0.000	IPSEN PHARMA	9	0.000	IPSEN PHARMA
0.000	LABO BIO VEGET Y ROCHER	10	0.000	LABO BIO VEGET Y ROCHER	10	0.000	LABO BIO VEGET Y ROCHER
0.000	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE	11	0.000	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE	11	0.000	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE
0.000	LABORATOIRES MERCK SHARP & DOHME	12	0.000	LABORATOIRES MERCK SHARP & DOHME	12	0.000	LABORATOIRES MERCK SHARP & DOHME
0.000	LEGRAND FRANCE	13	0.000	LEGRAND FRANCE	13	0.000	LEGRAND FRANCE
0.000	LILLY FRANCE	14	0.000	LILLY FRANCE	14	0.000	LILLY FRANCE
0.353	LOREAL	15	0.374	LOREAL	15	0.374	LOREAL
0.000	MANUF FRANC PNEUMATIQ MICHELIN	16	0.626	MANUF FRANC PNEUMATIQ MICHELIN	16	0.626	MANUF FRANC PNEUMATIQ MICHELIN
0.647	MERCK SANTE	17	0.000	MERCK SANTE	17	0.000	MERCK SANTE
0.000	MOTEURS LEROY SOMER	18	0.000	MOTEURS LEROY SOMER	18	0.000	MOTEURS LEROY SOMER
0.000	NOVARTIS PHARMA SAS	19	0.000	NOVARTIS PHARMA SAS	19	0.000	NOVARTIS PHARMA SAS
0.000	OTIS	20	0.000	OTIS	20	0.000	OTIS
0.000	PHILIPS FRANCE	21	0.000	PHILIPS FRANCE	21	0.000	PHILIPS FRANCE
0.000	ROBERT BOSCH FRANCE	22	0.000	ROBERT BOSCH FRANCE	22	0.000	ROBERT BOSCH FRANCE
0.000	ROQUETTE FRERES	23	0.000	ROQUETTE FRERES	23	0.000	ROQUETTE FRERES
0.000	SAP France SA	24	0.000	SAP France SA	24	0.000	SAP France SA

L'intensité de R&D				L'effectif de R&D			
w.weights	unit.names	unit.numbers	w.weights	unit.names	unit.numbers	w.weights	unit.names
0.000	AUTOLIV FRANCE	3	0.000	AUTOLIV FRANCE	3	0.000	AUTOLIV FRANCE
0.000	BRISTOL MYERS SQUIBB	4	0.000	BRISTOL MYERS SQUIBB	4	0.000	BRISTOL MYERS SQUIBB
0.000	CIE IBM FRANCE	5	0.000	CIE IBM FRANCE	5	0.000	CIE IBM FRANCE
0.000	ESSILOR INTERNATIONAL	6	0.000	ESSILOR INTERNATIONAL	6	0.000	ESSILOR INTERNATIONAL
0.000	FREESCALE SEMICONDUCTEURS FRANCE	7	0.000	FREESCALE SEMICONDUCTEURS FRANCE	7	0.000	FREESCALE SEMICONDUCTEURS FRANCE
0.000	GE MEDICAL SYSTEMS	8	0.000	GE MEDICAL SYSTEMS	8	0.000	GE MEDICAL SYSTEMS
0.094	IPSEN PHARMA	9	0.000	IPSEN PHARMA	9	0.000	IPSEN PHARMA
0.000	LABO BIO VEGET Y ROCHER	10	0.000	LABO BIO VEGET Y ROCHER	10	0.000	LABO BIO VEGET Y ROCHER
0.000	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE	11	0.000	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE	11	0.000	LABORATOIRE GLAXOSMITHKLINE
0.000	LABORATOIRES MERCK SHARP & DOHME	12	0.000	LABORATOIRES MERCK SHARP & DOHME	12	0.000	LABORATOIRES MERCK SHARP & DOHME
0.000	LEGRAND FRANCE	13	0.000	LEGRAND FRANCE	13	0.000	LEGRAND FRANCE
0.000	LILLY FRANCE	14	0.000	LILLY FRANCE	14	0.000	LILLY FRANCE
0.906	LOREAL	15	0.353	LOREAL	15	0.353	LOREAL
0.000	MANUF FRANC PNEUMATIQ MICHELIN	16	0.647	MANUF FRANC PNEUMATIQ MICHELIN	16	0.647	MANUF FRANC PNEUMATIQ MICHELIN
0.000	MERCK SANTE	17	0.000	MERCK SANTE	17	0.000	MERCK SANTE
0.000	MOTEURS LEROY SOMER	18	0.000	MOTEURS LEROY SOMER	18	0.000	MOTEURS LEROY SOMER
0.000	NOVARTIS PHARMA SAS	19	0.000	NOVARTIS PHARMA SAS	19	0.000	NOVARTIS PHARMA SAS
0.000	OTIS	20	0.000	OTIS	20	0.000	OTIS
0.000	PHILIPS FRANCE	21	0.000	PHILIPS FRANCE	21	0.000	PHILIPS FRANCE
0.000	ROBERT BOSCH FRANCE	22	0.000	ROBERT BOSCH FRANCE	22	0.000	ROBERT BOSCH FRANCE
0.000	ROQUETTE FRERES	23	0.000	ROQUETTE FRERES	23	0.000	ROQUETTE FRERES
0.000	SAP France SA	24	0.000	SAP France SA	24	0.000	SAP France SA

FIGURE 4.12 — Ecart des valeurs des indicateurs d'input de recherche entre l'entreprise "D" et l'entreprise "D" synthétique



La figure 4.11 montre l'évolution des 6 indicateurs d'input de la recherche relatifs à l'entreprise D et à sa contrepartie synthétique au cours de la période 1998-2015. On remarque que pour les dépenses totales de R&D nettes des fonds publics, les dépenses intérieures de R&D et les dépenses extérieures de R&D, la trajectoire de la version "synthétique" est très éloignée de la trajectoire de l'entreprise D pendant une majeure partie de la période précédente l'implémentation des IRT Rhônealpins (en 2012). Cela suggère que l'entreprise D "synthétique" n'arrive pas à fournir une approximation raisonnable de la trajectoire de ces indicateurs d'input de recherche que l'entreprise D aurait connue en l'absence de la création des IRT Rhônealpins. Il s'agit d'un des problèmes souvent rencontrés dans la mise en œuvre de la méthode de contrôle synthétique. [Abadie et al. \(2010\)](#) et [Abadie et al. \(2015\)](#) le qualifient de "biais d'interpolation", qui n'est rien d'autre que la distance entre la fonction qui génère les valeurs de la variable de résultat relative à l'entreprise D et celle approximée via la méthode de contrôle synthétique. Ce problème est dû au fait que le "donor pool" contient des entreprises avec des caractéristiques très différentes de celles de l'entreprise D ([Abadie et al., 2010](#)). On observe ce phénomène pour l'intensité de R&D et l'effectif de R&D, à partir de 2002 qui devient plus sévère pour le premier indicateur et moins sévère pour le second indicateur au fil du temps. On souligne que l'ajustement est de meilleure qualité pour les dépenses extérieures de R&D comparativement aux 5 autres indicateurs d'input de R&D. Compte tenu du mauvais

ajustement, il est impossible d'estimer l'effet des IRT Rhônealpins dans la mesure où la méthode de contrôle synthétique n'a pas pu générer une entreprise "synthétique" appropriée pour l'entreprise D. On peut mieux observer ce problème à travers la figure 4.12 qui présente les estimations annuelles des impacts de l'implémentation des IRT Rhônealpins. Cette figure nous confirme qu'il est impossible d'estimer l'effet des IRT Rhônealpins sur l'entreprise D car bien avant l'implémentation des IRT Rhônealpins, les indicateurs d'input de la recherche inhérents à l'entreprise D avaient déjà les valeurs généralement plus élevées que celles des mêmes indicateurs inhérents à la version synthétique de l'entreprise D.

TABLE 4.21 – Résumés des effets estimés via la méthode de double différence, le modèle à effets fixes et le modèle à tendance aléatoire

	Méthode de différence-en-différence		Modèle à effets fixes			Modèle à tendance aléatoire		
Indicateurs d'inputs de R&D	Echantillon total	Echantillon réduit (avec ou sans CIR)	Echantillon total	Echantillon réduit sans CIR	Echantillon réduit avec CIR	Echantillon total	Echantillon réduit sans CIR	Echantillon réduit avec CIR
Les dépenses totales de R&D nettes	157 722*** (37 038)	128 228** (55 735)	115 860*** (12 438)	118 349*** (16 192)	123 589*** (16 139)	59 533*** (18 239)	60 839*** (19 421)	55 533*** (19 900)
Les dépenses intérieures de R&D	70 020** (33 576)	46 093 (47 535)	46 105*** (9 721)	37 371*** (9 366)	38 681*** (9 453)	6 415 (14 404)	10 187 (13 910)	1 535 (14 895)
Les dépenses extérieures de R&D	92 731*** (12 077)	81 484*** (22 495)	70 460*** (7 967)	79 153*** (13 669)	83 436*** (13 562)	53 142*** (9 794)	50 572*** (13 469)	53 140*** (13 883)
L'autofinancement de R&D	149 757*** (35 342)	119 972** (51 837)	113 826*** (16 463)	116 873*** (16 382)	121 898*** (16 291)	59 462*** (18 272)	61 161*** (19 125)	53 610*** (19 484)
L'intensité de R&D	0,135** (0,033)	0,0524 (0,044)	0,099*** (0,032)	0,044** (0,022)	0,043* (0,022)	0,012 (0,041)	0,005 (0,029)	0,010 (0,030)
L'effectif de R&D	609** (90,239)	440 (336,14)	418,064*** (67,591)	424,74*** (61,992)	448,8*** (60,931)	166,282 (103,085)	216,316** (91,554)	156,7* (91,158)

Notes : 1% (***); 5% (**); 10% (*).

TABLE 4.22 – Comparaison des effets estimés : Modèle à tendance aléatoire vs. Modèle de contrôle synthétique

Variables dépendantes	Modèle à tendance aléatoire	Méthode de contrôle synthétique
	Echantillon total (moins l'entreprise D)	Echantillon total (moins l'entreprise D)
Les dépenses totales de R&D nettes(1)	61 242***	58 269
Les dépenses intérieures de R&D(1)	-8 926	4 770
Les dépenses extérieures de R&D(1)	70 101***	105 329
L'autofinancement de R&D(1)	61 089***	79 979
L'intensité de R&D	0,013	0,01
L'effectif de R&D(2)	-32	294

Notes : 1% (***); 5% (**); 10% (*). (1). En milliers d'euros; (2). En personnes physiques

4.6 Conclusion

En conclusion, la mesure de l'impact des politiques économiques en général et des politiques d'innovation en particulier sur les grandes entreprises constitue un enjeu majeur pour les pouvoirs publics et un véritable défi pour les chercheurs et les évaluateurs. Il est en effet, très difficile voire impossible de trouver un contrefactuel valide pour une grande entreprise en raison de la faible taille de l'échantillon. Dans ce contexte, les méthodes traditionnelles d'évaluation contrefactuelle (méthode des doubles différences et le modèle à effets fixes mixtes) semblent ne pas être adaptées pour évaluer l'impact sur les grandes entreprises car elles reposent généralement sur des analyses statistiques nécessitant un échantillon de taille conséquente. L'apport principal de ce chapitre est donc de proposer et d'explorer pour la première fois la pertinence et la possibilité de la mise en œuvre d'une méthode d'évaluation différente, à savoir la méthode de contrôle synthétique, pour évaluer l'impact des politiques publiques sur les performances des grandes entreprises. Initialement conçue pour évaluer l'impact d'un événement important ou d'une politique majeure sur une seule unité traitée agrégée (une ville, une région, ou encore un pays), l'importance de cette méthode réside dans sa capacité à construire un contrefactuel valide pour une seule unité traitée et donc à estimer l'effet individuel du traitement. Par ailleurs, nous spécifions et estimons le modèle à tendance aléatoire qui est aussi généralement utilisé dans les évaluations d'impact territoriales. L'intérêt de ce modèle est qu'il permet de prendre en compte au-delà des effets fixes individuels et des effets fixes temporels, une deuxième source d'hétérogénéité qui est la tendance individuelle linéaire, spécifique à chaque entreprise. Cette deuxième source d'hétérogénéité est très commune chez des grandes entreprises dans la mesure où ces dernières ont des comportements stratégiques (fusion, acquisition, cession, etc.) changeant au fil du temps, pouvant influencer les performances courantes des grandes entreprises, même en absence des politiques publiques. Par ailleurs, les grandes entreprises contrairement à certaines petites entreprises investissent de façon permanente en R&D qu'elles bénéficient ou non des politiques d'innovation. Par conséquent, il est possible que les effets estimés soient entachés d'un biais dû à la présence d'une tendance à investir dans les activités de R&D. Enfin, nous estimons les modèles des doubles différences et le modèle à effets fixes mixtes afin de comparer leurs résultats à ceux obtenus par les deux méthodes précédentes.

Les résultats obtenus via la méthode de la différence-en-différence semblent indiquer un effet compris entre 128 millions et 157 millions d'euros sur les dépenses totales de R&D nettes des fonds publics, un effet sur les dépenses extérieures compris entre 81 millions et 92 millions d'euros et enfin un effet sur l'autofinancement de R&D compris entre 119 millions et 149 millions d'euros. En contrôlant les chocs annuels à l'aide du modèle à effets fixes, les effets semblent persister sur ces trois indicateurs mais avec une baisse

de l'ampleur de ces effets. Les résultats du modèle à effets fixes semblent montrer un effet significatif sur les dépenses totales de R&D nettes compris entre 115 millions et 123 millions d'euros, un effet significatif sur les dépenses extérieures compris entre 70 millions à 83 millions d'euros et un effet significatif sur l'autofinancement de R&D, compris entre 113 et 121 millions d'euros. En extrayant la tendance individuelle spécifique à chaque grande entreprise via le modèle à tendance aléatoire, les effets persistent sur les 3 mêmes indicateurs et les résultats montrent que l'ampleur des effets des IRT Rhône-alpins a baissé de manière considérable, nous rapprochant ainsi de la vraie valeur des effets des IRT Rhône-alpins. Ainsi, l'effet sur les dépenses totales de R&D nettes varie entre 55 millions et 60 millions d'euros ; l'effet sur les dépenses extérieures de R&D est compris 50 millions et 53 millions d'euros tandis que pour l'autofinancement, l'effet du traitement varie entre 53 millions et 61 millions d'euros.

En définitive, il semblerait qu'il existe une convergence des méthodes traditionnelles d'évaluation qui fournissent des effets significatifs mais avec des ampleurs différentes. Ces effets semblent se concentrer sur les dépenses totales de R&D nettes, les dépenses extérieures de R&D et l'autofinancement de R&D. Pour ce qui est de la MCS, les résultats indiquent que cette méthode est parvenue à générer un contrefactuel raisonnable pour l'entreprise A, B et C mais n'a pas pu générer une approximation appropriée pour l'entreprise D. Les résultats semblent montrer que toutes les entreprises ne bénéficient pas des IRT Rhône-alpins. Seule l'entreprise "A" a des effets presque systématiques. En effet, nos résultats montrent que les IRT Rhône-alpins ont eu un effet positif et significatif sur tous les indicateurs d'input de R&D de l'entreprise A, à l'exception des dépenses intérieures de R&D. En ce qui concerne l'entreprise B, les IRT Rhône-alpins ont eu un effet positif et significatif sur l'effectif de R&D, un effet négatif et significatif sur l'intensité de R&D et aucun effet significatif sur les autres indicateurs d'input. Quant à l'entreprise C, sa participation aux IRT Rhône-alpins a eu un effet négatif et significatif sur l'autofinancement de R&D et aucun effet significatif sur les autres indicateurs, au cours de la période 2012-2015. Il est important de souligner que la méthode de contrôle synthétique et l'estimation du modèle à tendance aléatoire fournissent les résultats relativement stables. En comparant les effets moyens estimés via le modèle à tendance aléatoire sur l'échantillon total auquel on a supprimé l'entreprise D, et la moyenne des effets individuels estimés par la méthode de contrôle synthétique (*Voir* tableau 4.22), nos résultats semblent indiquer que pour les dépenses extérieures de R&D et l'autofinancement de R&D, la méthode de contrôle synthétique et l'estimation du modèle à tendance aléatoire donnent respectivement 105 millions d'euros contre 70 millions d'euros et 79 millions d'euros contre 61 millions d'euros. Les résultats obtenus dans cette étude semblent être cohérents avec la littérature car aux premiers stades du processus d'innovation, les entreprises cherchent à augmenter les facteurs d'innovation notamment les moyens financiers et humains de R&D. L'effet positif sur les dépenses externes de R&D semble montrer que la participation des entreprises à l'IRT a suscité un changement de comportement vers plus de R&D

collaboratives avec des partenaires externes. L'impact sur l'autofinancement indique un effet de levier pour certaines entreprises et un effet d'aubaine pour une entreprise.

CONCLUSION GÉNÉRALE DE LA THÈSE

L'objectif principal de cette thèse consiste à évaluer et analyser les politiques d'innovation fondées sur les relations science-industrie en vue d'améliorer le processus de prise de décision en matière de politique publique dans le domaine de l'innovation. Plus précisément, cette thèse vise à construire un dispositif d'évaluation contrefactuelle capable de capter les retombées socio-économiques des collaborations entre la science et l'industrie impulsées par l'intervention publique via les Instituts de Recherche Technologique Rhonalpains (Nanoelec et Bioaster). Pour atteindre cet objectif, ce travail de recherche a tenu à apporter des réponses à un certain nombre de questions de recherche reflétant les réalités et les caractéristiques des IRT.

5.1 Rappel de la problématique

Six questions de recherche ont ainsi été abordées dans cette thèse. Étant donné que les IRT reposent sur les plateformes technologiques qui ont pour vocation à accélérer le transfert des technologies de la recherche publique vers les entreprises, en particulier les PME, la première question de recherche visait à savoir si les PME ont bénéficié des retombées socio-économiques des plateformes technologiques en tant que outils de transfert de technologie. Compte tenu du fait que la durée de participation et le type de traitement (aide) au sein de l'IRT diffèrent selon les projets des entreprises, il était intéressant de s'intéresser aux rôles de ces deux facteurs dans l'efficacité de l'IRT afin de mieux appréhender les mécanismes de fonctionnement de ce dispositif : c'est la deuxième question de recherche. Étant donné que les IRT ont été implantés en respect du principe de territorialité, et donc sont susceptibles d'impacter les entreprises non-directement bénéficiaires mais localisées à proximité des l'IRT et des bénéficiaires directs locaux, la troisième question cherchait à savoir comment mesurer les effets indirects des politiques territoriales d'innovation sur les performances des PME ? La quatrième question de recherche est la suivante : les interactions science-industrie impulsées par les pouvoirs publics produisent-elles des effets indirects sur les entreprises autres que celles impliquées directement dans ces relations et ce, en raison de leur proximité géographique aux plateformes de transfert science-industrie et aux béné-

ficiaires directs ? La cinquième question s'interrogeait sur la façon dont on peut mesurer l'impact des politiques publiques sur les performances des grandes entreprises bénéficiaires ? Deux raisons principales permettent de justifier la focalisation sur les grandes entreprises. La première raison est relative au fait que ce sont les grandes entreprises qui financent près de la moitié des activités de l'IRT, par conséquent les retombées sur cette catégorie d'entreprises sont très attendues. La deuxième raison est d'ordre plus générale. En France, les grandes entreprises bénéficient généralement plus d'aides à la R&D et à l'innovation par rapport aux PME et ETIs. Malgré l'importance de ces acteurs, aucune étude empirique n'a cherché à quantifier les effets de ces aides en se concentrant uniquement sur les grandes entreprises. Par ailleurs, les études d'évaluation empiriques portant sur l'impact des politiques publiques en général sur les grandes entreprises sont quasi-existantes en raison de la difficulté de trouver les contrefactuels valides. Enfin, la dernière question consistait à savoir si la participation des grandes entreprises, en tant que membres fondateurs des IRT a eu des effets additionnels sur leur investissement en R&D. En d'autres termes, la participation aux IRT a-t-elle incité les grandes entreprises à accroître leur effort financier et humain en termes de R&D.

5.2 Synthèse des résultats

Pour traiter ces différentes problématiques, il a paru nécessaire de fixer un cadre conceptuel des politiques d'innovation fondées sur les relations science-industrie (*Chapitre 1*). Le *chapitre 1* s'est évertué à comprendre les fondements théoriques des politiques d'innovation fondées sur les relations science-industrie ainsi que les enjeux de l'évaluation de ces politiques. Afin de répondre au premier volet de la problématique, notre approche a consisté à analyser les soubassements théoriques des politiques d'innovation de manière générale et plus particulièrement ceux inhérents aux politiques d'innovation fondées sur les relations science-industrie et au contexte français. Par la suite, nous avons étudié les impacts attendus des relations science-industrie ainsi que les rôles et les bénéfices théoriques des plateformes technologiques. Les résultats de ces analyses montrent qu'au-delà des fondements théoriques généraux des politiques d'innovation largement étudiés dans la littérature, le contexte français caractérisé principalement par un manque d'échanges des connaissances entre la science et l'industrie, et les freins inhérents à la coopération science-industrie sont au fondement des politiques d'innovation fondées sur les relations science-industrie. Par ailleurs, les retombées des relations science-industrie peuvent se traduire par davantage d'innovations radicales, une meilleure diffusion des connaissances susceptible d'accroître les investissements en R&D et technologies et un accroissement des activités économiques et de l'emploi. Quant aux plateformes technologiques, il convient de retenir que l'objectif

principal consiste à accélérer le transfert de technologies et de connaissance dans les entreprises et l'introduction de l'innovation dans le marché.

En ce qui concerne le deuxième volet de la problématique, les analyses montrent que les enjeux de l'évaluation des politiques d'innovation en général résident dans l'apparition des effets pervers des politiques d'innovation, la mesure de l'efficacité et de l'efficience, la rationalisation des dépenses publiques (meilleure allocation des ressources publiques), la communication aux contribuables et dans l'enrichissement de la culture de l'évaluation en France. Une analyse plus fine spécifique aux politiques de type transfert science-industrie et à l'IRT révèle d'une part, que les enjeux de l'évaluation de ces politiques sont inhérents à la divergence des objectifs des acteurs impliqués, aux enjeux de l'appropriabilité des résultats de R&D et à des différences d'approches des acteurs publics et privés et d'autre part, que ceux de l'évaluation de l'IRT résident dans ses spécificités (nouveau du dispositif, expérimentation, le coût élevé, etc.), dans l'asymétrie des pouvoirs entre les partenaires et dans les comportements opportunistes.

Les deux premières questions sont abordées dans le *chapitre 2*. Ce chapitre contribue à évaluer l'efficacité de l'IRT Nanoelec en tant plateforme technologique. A notre connaissance, il n'existe aucune étude empirique ayant cherché à estimer l'impact des plateformes. Ce chapitre comble donc cette limite dans la littérature en initiant la littérature sur l'évaluation de l'impact des plateformes technologiques sur les PME bénéficiaires. Pour cela, nous nous focalisons sur les performances financières et d'emploi malgré le faible recul temporel, afin de mieux appréhender le caractère "accélérateur" d'innovation et donc "réducteur" des délais de commercialisation. Les résultats obtenus via la méthode de différence-en-différence appariée indiquent que l'IRT a eu des effets hétérogènes sur les performances des PME. Un autre résultat porte sur la durée et le type de traitement. Ces deux facteurs jouent un rôle important dans l'efficacité des plateformes. Il semblerait que plus une entreprise reste longtemps dans l'IRT, plus elle a des chances d'améliorer ses performances. Cela pourrait s'expliquer tout simplement par le caractère cumulatif des connaissances qui permet l'entreprise d'améliorer continuellement son processus d'innovation. En ce qui concerne le type de traitement, il semblerait que seules les entreprises ayant bénéficié du traitement "CEA R&D" arrivent à bénéficier des retombées socio-économiques de l'IRT. Par ailleurs, le type de traitement semble jouer un rôle plus important que la durée de participation.

Quant aux troisième et quatrième questions de recherche, elles sont examinées dans le *chapitre 3*. Ce chapitre contribue à évaluer les effets indirects de l'IRT Nanoelec en se focalisant sur la proximité géographique c'est-à-dire l'impact de l'IRT sur les entreprises non-traitées mais localisées à proximité de l'IRT Nanoelec, plus précisément dans son département de localisation (Isère). Les politiques d'innovation spécifiques aux relations science-industrie sont fondées sur le développement et la diffusion des externalités de connaissance pour qu'elles puissent affecter le plus grand nombre d'entreprises au-delà des entreprises bénéficiaires. Cela s'explique par le caractère "quasi-public" et "géné-

rique" de la connaissance et du caractère "ouvert" de la science. Très peu d'études empiriques ont cherché à mesurer les effets externes générés par ces politiques. Dès lors, ce chapitre vise à enrichir la littérature sur l'évaluation des effets indirects des politiques de type transfert science-industrie. Les résultats obtenus via la méthode de différence-en-différence appariée appliquée aux données de panel montrent que l'IRT génère les effets externes localisées au niveau du département qui affectent positivement les performances financières (chiffre d'affaires et autonomie financière) et d'emploi (part des cadres) des PME non-traitées mais localisées dans le département traité (Isère). Par ailleurs, l'analyse de la dynamique de ces effets montre qu'ils n'apparaissent pas immédiatement après le traitement comme le soulignent [Castillo et al. \(2014\)](#) mais quelques années plus tard. Ce chapitre nous enseigne que seules les entreprises non-traitées ayant le même profil que les bénéficiaires directs arrivent à bénéficier des retombées socio-économiques locales générées par l'IRT Naoelec.

Les deux dernières questions de recherche sont traitées dans le *chapitre 4*. La contribution de ce chapitre est d'ordre méthodologique. Deux méthodes d'évaluation ont été utilisées dans ce chapitre afin d'estimer les effets des IRT Rhônalpins sur les indicateurs d'input de R&D des grandes entreprises. Il s'agit de la méthode de contrôle synthétique qui a la spécificité de construire un contrefactuel valide pour une seule unité traitée et donc d'estimer l'effet individuel d'un traitement, et du modèle de tendance aléatoire qui a la particularité de contrôler pour une deuxième source d'hétérogénéité qui est la tendance individuelle linéaire, spécifique à chaque grande entreprise. Ces méthodes ont été initialement construites pour les évaluations d'impact territoriales c'est-à-dire sur les unités agrégées telles qu'une ville, une région, un pays, etc. La méthode de contrôle synthétique qui trouve tout son sens dans ce chapitre dans la mesure où la taille de l'échantillon est très faible (4 grandes entreprises bénéficiaires dont 2 chacun des IRT). Les résultats de cette méthode indiquent que toutes les entreprises ne bénéficient pas de la même manière à la participation aux IRT. Une seule grande entreprise a des effets quasi-systématiques sur les indicateurs d'input de R&D. Les résultats du modèle à tendance aléatoire indiquent que les grandes entreprises bénéficiaires ont augmenté leurs dépenses totales de R&D grâce à leur participation aux IRT et que ces dépenses sont majoritairement auto-financées et exécutées dans les coopérations externes et sous-traitances. Par ailleurs, ce chapitre nous enseigne que la méthode de différence-en-différence et le modèle à effets fixes mixtes ne sont pas adaptées pour évaluer les grandes entreprises dans la mesure où ces méthodes ne prennent pas en considération certaines caractéristiques importantes des grandes entreprises notamment l'effet de long terme de leurs stratégies (fusions, acquisition).

5.3 Recommandations en termes de politique publique de l'IRT

L'un des fondements de l'analyse et de l'évaluation des politiques d'innovation est l'amélioration des dispositifs d'aide à l'innovation existants et donc du processus de prise de décision en matière de politique publique dans le domaine de l'innovation. Ce travail de recherche n'échappe à cette logique. Ainsi, compte tenu des résultats obtenus, quelques recommandations en termes politiques publiques pourraient intéresser les responsables politiques.

La première recommandation concerne le rôle de la durée du traitement des PME. Il serait important d'améliorer le design de la politique de l'IRT en y inscrivant la durée de participation plus longue comme condition préalable appliquée aux PME qui veulent bénéficier des services de l'IRT. En effet, nos analyses ont montré que plus une entreprise reste longtemps dans l'IRT, plus elle a une forte probabilité d'améliorer significativement ses performances financières et d'emploi.

La deuxième recommandation est inhérente au type de traitement. Les résultats de cette thèse ont montré que les entreprises ayant bénéficié du type de traitement "CEA R&D" (c'est-à-dire la collaboration effective avec un laboratoire du CEA) profiteraient plus de retombées socio-économiques de l'IRT que celles ayant bénéficié des autres types de traitement. Ainsi, si l'objectif des pouvoirs publics est d'améliorer les performances socio-économiques des PME, il serait intéressant de multiplier ce type de traitement au sein de l'IRT.

La troisième recommandation s'applique aux effets indirects locaux. Les responsables politiques se doivent de prendre en compte les effets de spillover comme étant un élément essentiel dans le design de la politique puisque nos résultats d'évaluation ont mis en évidence son impact positif sur les performances de PME. Par ailleurs, les retombées locales positives tendent à laisser penser que cet impact positif pourrait être l'œuvre des interactions entre les entreprises bénéficiaires et les entreprises non-bénéficiaires. Par conséquent, les responsables politiques pourraient améliorer la conception de la politique en mettant l'accent sur la facilitation des interactions locales hors IRT entre les entreprises.

La quatrième recommandation porte sur les grandes entreprises. Étant donné que cette étude d'évaluation a apporté les premières preuves empiriques que les IRT Rhônealpins arrivent à augmenter de façon significative les investissements en R&D des grandes entreprises, en tant que membres fondateurs privés de l'IRT et que les efforts de R&D sont auto-financés ; il serait intéressant d'impliquer d'autres grandes entreprises dans la politique des IRT, en mettant par exemple sur pieds d'autres IRT liés à leurs secteurs d'activité respectifs, en leur accordant un rôle encore plus important dans la R&D collaborative.

5.4 Limites et directions des recherches futures

Cette thèse possède quelques limites qu'il convient de prendre en compte dans les recherches futures.

La première limite est relative à la mesure de la variable de traitement. L'une des limites les plus souvent rencontrées dans les évaluations d'impact des politiques d'innovation est l'utilisation d'une variable indicatrice comme mesure de la variable de traitement ([Bellucci et al., 2018](#)). Cela s'explique par la difficulté d'accéder à toutes les informations sur la taille des subventions reçues chaque année de traitement par l'entreprise bénéficiaire. Cette thèse n'est pas exempte de cette limite. La deuxième limite porte sur la faible taille de l'échantillon. Dans ce travail de recherche, la taille de l'échantillon n'est pas très élevée. Elle l'est encore moins lorsque nous subdivisons cet échantillon afin d'étudier l'hétérogénéité dans le traitement. Cela pourrait poser un problème de stabilité des résultats en raison notamment d'une forte hétérogénéité. Il suffirait qu'une entreprise réalise une performance extraordinaire pour que cela affecte l'effet moyen du traitement. Par conséquent, il serait intéressant dans les recherches à venir, de conduire les mêmes analyses avec un échantillon de taille plus grande afin de voir si les résultats restent stables. La troisième limite repose sur le choix de la proximité géographique comme canal de transmission des externalités. Pour rappel, dans le chapitre 3, on se focalise sur la proximité géographique pour définir et constituer le groupe de référence, afin d'estimer les effets indirects. Toutefois, la distance géographique est comme une boîte noire qui englobe d'autres éléments importants tels que les liens de dépendance fournisseurs-clients, les flux de connaissance, qui pourraient être à l'origine des effets observés sur les entreprises non-bénéficiaires. En d'autres termes, la question qui se pose est celle de savoir si les effets observés est uniquement l'œuvre de la proximité géographique ou alors celle d'autres proximités notamment sociales ou commerciales qui sont "noyées" dans la distance spatiale ? Il serait intéressant d'explorer cette question dans les recherches futures. La quatrième limite repose sur le choix des variables de résultat. L'analyse de la littérature montre que la totalité des études d'évaluation se focalisent sur les additionnalités input et output, ignorant ainsi l'additionnalité comportementale. Cette thèse ne se soustrait pas à cette observation. Par conséquent, il est fort possible que les additionnalités input et output ne soient pas suffisantes pour évaluer l'efficacité des programmes de recherche collaborative. Certains auteurs à l'instar de [Bellucci et al. \(2018\)](#) et [Buisseret et al. \(1995\)](#) suggèrent d'identifier les variables de résultat permettant de mieux analyser et d'évaluer l'additionnalité comportementale. Il serait donc intéressant d'approfondir les recherches sous cet angle. Cette thèse apporte un premier élément de réponse dans ce sens, à travers la combinaison de variables de résultat suivantes : dépenses totales de R&D, dépenses internes de R&D et dépenses externes de R&D. En effet, l'analyse de l'impact de l'IRT sur ces variables a permis d'observer un changement de stratégie de R&D des

grandes entreprises sur la période, orienté vers une R&D collaborative. L'identification des effets sur les dépenses externes et l'absence d'effets sur les dépenses intérieures laissent effectivement penser à une stratégie de R&D tournée vers l'open innovation. Il serait aussi intéressant de voir si l'IRT a influencé la stratégie de R&D des entreprises (PMEs), et plus particulièrement si le dispositif a amélioré leur capacité à collaborer avec d'autres entreprises et centres de recherche hors IRT ; de vérifier si les firmes collaborent davantage sur les projets de R&D ; de voir s'il y a une intensification des partenariats existants et de vérifier si les firmes aidées ont lancé les projets de R&D plus risqués mais à fort potentiel (voir [OCDE, 2006](#)). Les réponses à ces questions nécessitent d'effectuer les enquêtes auprès des entreprises bénéficiaires ainsi que les entretiens plus approfondis.

Outre les recherches futures susmentionnées, on pourrait aussi étudier d'autres aspects de l'IRT. Comme nous l'avons expliqué dans l'introduction générale de cette thèse (voir *Section 2.*), les IRT reposent sur trois axes : *le développement technologique, la diffusion des résultats de la recherche et la formation*. Nous avons exploré dans le cadre de cette thèse uniquement les deux premiers axes, il serait par conséquent important d'examiner le troisième axe. Il serait par exemple intéressant d'étudier l'impact de l'IRT sur la mobilité du capital humain ou encore sur le taux d'insertion professionnelle surtout pour les étudiants ingénieurs qui ont suivi des formations et stages au sein des IRT. Par ailleurs, étant donné que l'IRT est fondé sur les relations science-industrie, il serait intéressant dans les recherches à venir, d'étudier l'impact de l'IRT sur les acteurs de la communauté scientifique notamment les universités et organismes de recherche publics. On pourrait par exemple vérifier si leur participation à l'IRT a significativement augmenté le nombre de publications et de co-publications science-industrie. Cela nécessite de mener une étude bibliométrique approfondie.

Une autre étude future pourrait porter sur l'impact de l'IRT sur les performances socio-économiques des grandes entreprises avec l'idée de vérifier si l'accroissement des efforts de R&D consentis par ces entreprises s'est transformé en performance économique et emploi. Ce travail sera possible lorsqu'on aura un recul temporel assez important important et pour autant que l'on soit capable de segmenter l'effet des différents appuis publics pour chaque grande entreprise. Enfin, cette thèse se focalise uniquement sur les IRT Rhônealpins, ce qui signifie que les résultats trouvés ne peuvent en aucun cas être généralisés. De ce fait, il est important d'évaluer les 6 autres IRT implantés sur le territoire national afin d'avoir une vue globale de l'efficacité de la politique des IRT.

Références

- Abadie, A., Diamond, & Hainmueller, J. (2015). Comparative politics and the synthetic control method. *American Journal of Political Science*, 59(•), 495–510.
- Abadie, A., Diamond, A., & Hainmueller, J. (2010). Synthetic control methods for comparative case studies : Estimating the effect of california's tobacco control program. *Journal of the American Statistical Association*, 105(490), 493–505.
- Abadie, A., & Gardeazabal, J. (2003). The economic costs of conflict : A case study of the basque country. *American Economic Review*, 93(1), 112–32.
- Angelucci, M., & Maro, V. D. (2015). Program evaluation and spillover effects. *Policy Research Working Paper Series 7243, World Bank*.
- Angrist, J., & Krueger, A. (1999). Empirical strategies in labor economics. *Handbook of labor economics*, 3, 1277-1366.
- ANR. (2010). Investissement d'avenir : Instituts de recherche technologique. *Agence Nationale de la Recherche, Edition 2010*.
- Anselin, L., Varga, A., & Acs, Z. (1997). Local geographic spillovers between university research and high technology innovations. *Journal of urban economics*, 42(3), 422-448.
- Arrow, K. (1962). The rate and direction of inventive activity : Economic and social factors. In (p. 609 - 626). Princeton University Press.
- Asheim, B. T., & Isaksen, A. (2002). Regional innovation systems : The integration of local 'sticky' and global 'ubiquitous' knowledge. *The Journal of Technology Transfer*, 27(1), 77-86.
- Auld, M. C., & Grootendorst, P. (2004). An empirical analysis of milk addiction. *Journal of Health Economics*, 23(6), 1117-1133.
- Autant-Bernard, C. (2015). Que savons-nous de l'impact économique des parcs scientifiques ? une revue de la littérature. *Working paper GATE n2015-26*.
- Autant-Bernard, C., & Massard, N. (2004). Disparités locales dans la production d'innovation : l'incidence du choix des indicateurs. *Mimeo, Quatrièmes Journées de la Proximité 'Proximité, réseaux et coordination'*.
- Balconi, A., & Laboranti. (2006). University-industry interactions in applied research : The case of microelectronics. *Research Policy*(35), 1616-1630.
- Baldwin, J., & Hanel, P. (2003). Innovation and knowledge creation in an open economy. *Cambridge University Press*.
- Barbesol, Y., & Briant, A. (2008). Économies d'agglomération et productivité des entreprises : estimation sur données individuelles françaises. *Economie et statistique*(n°419-420), pp. 31-54.
- Bartel, A., & Lichtenberg, F. (1987). The comparative advantage of educated workers in implementing new technology. *The Review of Economics and Statistics*.
- BEIS. (2017). The impact of public support for innovation on firm outcomes. *Department for Business, Energy and Industrial Strategy*.

- Beise, M., & Stahl, H. (1999). Public research and industrial innovations in germany. *Research Policy*, 4(28).
- Belderbos, R., Carree, M., & Lokshin, B. (2004). Co-operative r&d and firm performance. *Research Policy*, 33, 1477-1492.
- Bellucci, A., Zazzaro, A., & Pennacchio, L. (2018). Public r&d subsidies : collaborative versus individual place-based programs for smes. *Small Business Economics*.
- Ben Hassine, H., & Mathieu, C. (2017). Évaluation de la politique des pôles de compétitivité : la fin d'une malédiction ? *Document de travail France Stratégie*.
- Berman, E. (1990). The economic impact of industry-funded university r&d. *Research Policy*, 19. doi: 10.1016/0048-7333(90)90018-2
- Bondonio, & Martini. (2012). Counterfactual impact of cohesion policy : impact and cost-effectiveness of investment subsidies in italy. *Report for DG Regional and Urban Policy*.
- Bondonio, Martini, & Biagi. (2015). Counterfactual impact evaluation of enterprise support programmes. evidence from a decade of subsidies to italian firm. *55th Congress of the European Regional Science Association : "World Renaissance : Changing rôles for people and places", 25-28 August 2015, Lisbon, Portugal*.
- Brossard, O., & Moussa, I. (2014). The french cluster policy put to the test with differences-in-differences estimates. *Economics Bulletin*, 34(1), 520-529.
- Bruneel, J., D'Este, P., & Salter, A. (2010). Investigating the factors that diminish the barriers to university-industry collaboration. *Research Policy*, 39, 858-868.
- Buisseret, T., Cameron, H., & Georghiou, L. (1995). What difference does it make ? additivity in the public support of r&d in large firms. *International Journal of Technology Management*, 10, 587-600. doi: <https://doi.org/10.1504/IJTM.1995.025644>.
- Caldera, & Debande. (2010). Performance of spanish universities in technology transfer : An empirical analysis. *Research policy*.
- Castillo, V., Maffioli, A., Rojo, S., & Stucchi, R. (2014). Knowledge spillovers of innovation policy through labor mobility : An impact evaluation of the fontar program in argentina. *Inter-American Development Bank : Office of Strategic Planning and Development Effectiveness*.
- Chai, S., & Shih, W. (2016). Bridging science and technology through academic-industry partnerships. *Research Policy*, 45(1), 148-58. doi: 10.1016/j.respol.2015.07.007
- CNEPI. (2016, Janvier). *Quinze ans de politiques d'innovation en france* (Rapport technique). France Stratégie.
- Cockburn, I., & Henderson, R. (1998). Absorptive capacity, co-authoring behavior, and the organization of research in drug discovery. *The Journal of Industrial Economics*, vol. XLVI(2), 157-181.
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1989). Innovation and learning : the two faces of r&d. *Economic Journal*(99), 569-596.
- Cohendet, P., & Meyer-Krahmer, F. (2001). The theoretical and policy implications of

- knowledge codification. *Research Policy*, 30(9).
- Conti, A., & Gaule, P. (2011). Is the u.s. outperforming europe in university technology licensing ? a new perspective on the european paradox. *Research Policy*, 40(1), 123-135.
- Coriat, B., & Weinstein, O. (1995). Les nouvelles théories de l'entreprise. *Librairie Générale Française*.
- Costa Dias, M. (2014). *The synthetic control method compared to difference in differences : discussion. in : Towards a common language in statistical methodology : examples from current applications in economics and health research*.
- Cour-des comptes, C. (2018). *Les outils du programme d'investissements d'avenir (pia) consacrés à la valorisation de la recherche publique* (Rapport technique). Cour des comptes.
- Crespi, G., Criscuolo, C., Haskel, J., & Slaughter, M. (2008). Productivity growth, knowledge flows and spillovers. *National Bureau of Economic Research*.
- Criscuolo, C., Martin, R., Overman, H. G., & Van Reenen, J. (2012). The causal effects of an industrial policy. *NBER Working Paper No. 17842*.
- Dakhli, S., Menezes, F., & Temimi, A. (2004). A note on duplication of r&d and r&d subsidies. *Economics Bulletin*, 12(7).
- Dasgupta, P., & David, P. (1994). Toward a new economics of science. *Research Policy*, 23, 487-521.
- d'Aspremont, C., & Jacquemin, A. (1988). Cooperative and noncooperative r&d in duopoly with spillovers. *American Economic Review*, 78.
- Davenport, T. (2005). Thinking for a living : how to get better performance and results from knowledge workers. *Harvard Business School Publishing, Boston*.
- Davoine, E., & Deitmer, L. (2009). L'évaluation participative et responsabilisante ? : un instrument de structuration des projets de partenariat publicprivé en recherche et développement. *Revue Française d'Administration Publique*, 130.
- Dessertine, M. (2014). *Pôles de compétitivité et emploi ? : une analyse microéconomique de l'effet des coopérations en r&d* (Thèse de doctorat non publiée). Université Jean Monnet - Saint-Etienne.
- Di Gennaro, D., & Pellegrini, G. (2017). Evaluating direct and indirect treatment effects in italian r&d expenditures. *University Library of Munich, Germany*.
- DiNardo, J., & Pischke, J. (1997). The returns to computer use revisited : Have pencils changed the wage structure too ? *The Quarterly Journal of Economics*, 112(1), 291-303.
- Duflo, E., Bertrand, M., & Mullainathan, S. (2004). How much should we trust differences-in-differences estimates ? *The Quarterly Journal of Economics*, 119(1), 249–275.
- Dujardin, C., Louis, V., & Mayneris, F. (2015). Les pôles de compétitivité wallons quel impact sur les performances économiques des entreprises ?the walloon competitiveness clusters and their impact on firms' economic performances ? *IRES Discussion*

Papers.

- Duranton, G., & Puga, D. (2004). Micro-foundations of urban agglomeration economies. in J.V. Henderson and J.-F. Thisse, eds., *Handbook of Urban and Regional Economics*, 4.
- Eom, B., & Lee, K. (2010). Determinants of industry-academy linkages and, their impact on firm performance : The case of Korea as a latecomer in knowledge industrialization. *Research Policy*, 39, 625–639. doi: 10.1016/j.respol.2010.01.015
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation : from national systems and “mode 2” to triple helix of university–industry–government relations. *Research Policy*, 29(2), 109–123.
- Eun, J. H., Lee, K., & Wu, G. (2006). Explaining the university-run enterprises in China : A theoretical framework for university-industry relationship in developing countries and its application to China. *Research Policy*(35), 1329-1346.
- Eurolio. (2018). Impacts macro-territoriaux : Effets départementaux différenciés de l’adhésion aux pôles et du ciblage stratégique des secteurs. *Working paper, Eurolio*.
- Faems, D., Van Looy, B., & Debackere, K. (2004). The role of inter-organizational collaboration within innovation strategies : towards a portfolio approach. *Journal of Product Innovation Management*, press.
- France-Clusters. (2014). Les plateformes d’innovation. *Les mementos des clusters*.
- France-Stratégie. (2018). Renforcer le transfert de savoir entre la science et l’industrie : nouveaux dispositifs publics et pratiques d’entreprise. *France Stratégie*. Consulté sur <http://www.strategie.gouv.fr/debats/renforcer-transfert-de-savoir-entre-science-lindustrie-dispositifs-publics-pratiques>
- Friedberg, L. (1998). Did unilateral divorce raise divorce rates ? evidence from panel data. *American Economic Review*, 88, 608–627.
- Gallié, E. P. (2004). Coopération, externalités de connaissance et géographie de l’innovation : Le cas du secteur des biotechnologies en France. *Paris 1*.
- Garone, L. F., Maffioli, A., Rodriguez, C. M., & De Negri, J. A. (2014). Cluster development policy, SME’s performance, and spillovers : evidence from Brazil. *Small Business Economics*, 4, 925-948.
- Gawer, A. (2009). Industry architecture as a determinant of successful platform strategies : A case study of the i-mode mobile internet service. *European Management Review*, 6(4), 217-232.
- Gawer, A., & Cusumano, M. (2002). Platform leadership : How Intel, Microsoft, and Cisco drive industry innovation. *Harvard Business School Press*.
- Gawer, A., & Cusumano, M. (2014). Industry platforms and ecosystem innovation. *J Prod Innov Manag*. doi: 417433.doi:10.1111/jpim.12105
- Gertler, P., Martinez, S., Premand, P., Rawlings, R. B., & Vermeersch, C. M. J. (2011). Impact evaluation in practice. Washington, DC : World Bank.

- GII. (2015). *Effective innovation policies for development* (Rapport technique). Organisation mondiale de la propriété intellectuelle.
- Giuliani, E., & Arza, V. (2009). What drives the formation of 'valuable' university-industry linkages ? : Insights from the wine industry. *Research Policy*, 38(6), 906–21.
- Goto, A., & Suzuki, K. (1989). R&d capital rate of return on r&d investment and spillover of r&d in japanese manufacturing industries. *Review of Economics and Statistics*, 74(1), 555-64.
- Griliches, Z. (1979). Issues in assessing the contribution of research and development to productivity grow. *The Bell Journal Economics*, 10.
- Guellec, D. (1996). Knowledge, skills and growth : Some economic issues. *STI Review*, 18, 17-38.
- Guellec, D., & Van Pottelsberghe, B. (2000). The impact of public r&d expenditure on business r&d. *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*(n° 2000/4).
- Harding, C. F. (1989). Location choices for research labs : A case study approach. *Economic Development Quarterly*, 223-234.
- Hartmann, L. (2013). Les instituts de recherche technologique (irt). *MESR/DGRI/SETTAR*.
- Heckman, J., & Hotz, V. J. (1989). Choosing among alternative nonexperimental methods for estimating the impact of social programs : The case of manpower training. *Journal of the American Statistical Association*, 84(408), 862–74.
- Innovation-Factory, & BPIFrance-Le-Lab. (2018). *Le role des plateformes d'innovation dans les écosystèmes d'innovation* (Rapport technique). Innovation Factory et BPI-France Le Lab.
- Kapetanios, C., & Lee, S. H. (2018). Geographical proximity and open innovation of smes in cyprus. *Small Business Economics : An Entrepreneurship Journal*. doi: <https://doi.org/10.1007/s11187-018-0023-7>
- Kaul, A., Klößner, S., Pfeifer, G., & Schieler, M. (2018). Comparative politics and the synthetic control method revisited : a note on abadie et al. (2015). *Swiss Journal Economics Statistics*, 154(11).
- Khandker, S. R., Koolwal, G. B., & Samad, H. A. (2010). Handbook of impact evaluation : quantitative methods and practices. *Washington, DC : The World Bank*. doi: <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-8028-4>.
- Lallement, R. (2011). L'aide publique aux entreprises en matière de r&d et d'innovation : quelle efficacité ? *Centre d'Analyse Stratégique*.
- Lee, Y. (2000). The sustainability of university-industry research collaboration : An empirical assessment. *Journal of Technology Transfer*, 25(2), 111-133.
- Lerner, J., & Merges, R. (1998). The control of technology alliances- an empirical analysis of biotechnology alliances. *The journal of Industrial Economics*, 46.
- Levet, J.-L., & Mathieu, C. (2010). *Évaluation ex post du programme d'investissement d'avenir : un dispositif à construire* (Rapport technique). Rapport du Commissariat

général à l'investissement.

- Löfsten, H., & Lindelöf, P. (2001). Science parks in sweden industrial renewal and development ? *R&D Management*, 31(3), 309-322.
- Lucas, R. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Theory*.
- Lundmark, M., & Power, D. (2008). Handbook of research on innovation and clusters. *Labour Market Dynamics and the Development of the ICT Cluster in the Stockholm Region*, 208–221.
- Lundvall, B. A. (1992). National systems of innovation : towards a theory of innovation and interactive learning. london. *Pinter Publishers*. doi: <https://doi.org/10.1080/08109029308629360>
- Madiès, T., & Prager, J.-C. (2008). *Innovation et compétitivité des régions* (Rapport technique). Paris : Conseil d'analyse économique.
- Malecki, E. (1986). Research and development and the geography of high-technology complexes. in *Technology, Regions and Policy* (J. Rees, ed.) , Rowman and Littlefield, Totowa.
- Malecki, E. (1991). Technology and economic development. *Longman Scientific and Technical, Essex*.
- Mangematin, V., & Nesta, L. (1999). What kind of knowledge can a firm absorb ? *International Journal of Technology Management*.
- March, J. G. (1991). Exploration and exploitation in organizational learning. *Organization Science*, 2(1).
- Marshall, A. (1920). *The principles of economics*. Macmillan.
- Massard, N., & Montmartin, B. (2015). Is financial support for private r and d always justified ? a discussion based on the literature on growth. *Journal of Economic Surveys*, 29(3), 479-505.
- Massard, N., & Riou, S. (2003). L'agglomération de la recherche dans les départements français : une étude sur les années 1990. *Économie et Sociétés*(7), 607-631.
- MESRI. (2017). Instituts de recherche technologique. *Ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation*.
- Meyer, M., & Lehnerd, A. (1997). The power of product platforms building value and cost leadership. *Free Press*.
- Mothe, C. (2001). Les implications des coopérations en recherchedéveloppement. *Revue Finance Contrôle Stratégie*, 4(2), 91-118.
- Mowery, D. C., & Sampat, B. N. (2007). Universities in national innovations systems. In : *Fagerberg, J. Mowery & D. Nelson, R. (Eds.)The Oxford Handbook of innovation*. New York : Oxford University Press.
- Muffato, & Roveda. (2002). Product architecture and platforms : a conceptual framework. *International Journal of Technology Management*, 19(1), 1-16.
- Nanoelec. (2014). Irt nanoélec : Présentation générale. *IRT Nanoélec*.

- Nelson, R. (1986). Institutions supporting technical advance in industry. *American Economic Review*, 186-189.
- Nelson, R. (1993). National innovation systems : A comparative analysis. *Oxford : Oxford University Press*.
- Nishimura, J., & Okamuro, H. (2016). Knowledge and rent spillovers through government-sponsored r&d consortia. *Science and Public Policy*, 43(2), 207–225. doi: <https://doi.org/10.1093/scipol/scv028>
- OCDE. (2005). *Oecd sme and entrepreneurship outlook* (Rapport technique). Auteur.
- OCDE. (2006). Government r&d funding and company behaviour, ; measuring behavioral additionality. *OCDE*.
- OCDE. (2014). Examens de l'ocde des politiques d'innovation ? france 2014, examens de l'ocde des politiques d'innovation.
- OCDE. (2018). Assessing the impacts of knowledge transfer and policy. *Éditions OCDE*.
- Oerlemans, L. A., Meeus, M. T., & Boekema, F. W. (2001). Firm clustering and innovation : determinants and effects. *Conference "The future innovation studies*.
- Papke, L. E. (1994). Tax policy and urban development : Evidence from the indiana enterprise zone program. *Journal of Public Economics*, 54, 37–49.
- Pigou, A. (1920). *The economics of welfare*. London McMillan.
- Radošević, S. (2011). Science–industry links in central and eastern europe and the commonwealth of independent states : Conventional policy wisdom facing reality. *Science and Public Policy*, 38(5), 365–378. doi: 10.3152/030234211X12924093660435
- Rosenbaum, P. R., & Rubin, D. B. (1983). The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika*, 70(1).
- Rosenberg, N., & Nelson, R. (1994). American universities and technical advance in industry. *Research Policy*, 23(3), 323-348.
- Rothwell, R., & Dodgson, M. (1991). External linkages and innovation in small and medium-sized enterprises. *R&D Management*, 21, 125-137.
- Saia, A. (2017). Choosing the open sea : The cost to the uk of staying out of the euro. *Journal of International Economics*.
- Sorensen, A. (2006). R&d subsidies and the surplus appropriability problem. *The B.E. Journals in Macroeconomics, Topics in Macroeconomics*, 6(2), 1346-1366.
- Steger, T. (2005). Welfare implications of non-scale r&d-based growth models. *The Scandinavian Journal of Economic*, 107(4), 737-757.
- Stern, s. (2004). Do scientists pay to be scientists ? *management Science*, 50(6).
- Tassonne, L. (1995). La coopération en recherche : Une procédure gouvernementale d'incitation à l'innovation. In (p. 123-153). Paris : Economica.
- TECHNOPOLIS, G., & MIOIR. (2012). *Evaluation des activités d'innovation – guide sur les méthodes et pratiques* (Rapport technique). Direction Générale de la Politique Régionale.

- Terleckyj, N. E. (1974). Effects of r&d on the productivity growth of industries : an exploratory study. *Washington : National Planning Association*.
- Tushman, M., & Katz, R. (1980). External communication and project performance : An investigation into the role of gatekeepers. *Management Science*, 26(1), 1071-1085.
- Venniker, R., & Jongbloed, B. (2002). When factory meets faculty : universityindustry cooperation in the us. in higher education reform : Getting the incentives right. *Enschede : CHEPS, University of Twente*, 119-134.
- Verspagen, B. (1997). Estimating international technology spillovers using technology flow matrices. *Review of World Economics*, 133, 226-248.
- Vinding, A. L. (2006). Absorptive capacity and innovative performance : A human capital approach. *Economics of Innovation and New Technology*.
- Warda, J. (1995). Perspectives on r&d collaboration : A survey of university and industry leaders. *Ottawa : Conference Board of Canada*..
- Wheelwright, S. C., & Clark, K. B. (1992). Revolutionizing product development - quantum leaps in speed, efficiency, and quality. *The Free Press Inc., New York, NY*.
- Wooldridge, J. (2002). Econometric analysis of cross section and panel data. *MIT Press, Cambridge, MA*..
- Zepeda, D. (2015). Propensity score matching : A primer in r. *Center for Health Policy and Healthcare Research Brown Bag Series*.
- Zucker, L., Darby, M., & Armstrong, J. (1994). Intellectual capital and the firm : the technology of geographically localised knowledge spillovers. *WP NBER*.
- Zuniga-Vicente, J. A., Alonso-Borrego, C., Forcadell, F.-J., & Galan, J. I. (2014). Assessing the effect of public subsidies on firm r &d investment : a survey. *Journal of Economic Surveys*, 28(1), 36-67. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1467-6419.2012.00738.x>.

Appendices

ANNEXE

A.1 Annexe du chapitre 2

TABLE A.1 – Études empiriques (*Première partie*)

Auteurs	Pays /période	Forme de la politique	Unité d'analyse	Méthode	Types d'effets	Types de bénéfices	Principaux résultats
Lundmark et Power (2008)	Suède / [1990-2000]	Cluster TIC	Travailleurs, Industries	Regression logistique	Effet direct	Mobilité des salariés ; Survie de la firme	Effet positif : taux élevé de mobilité ; Effet positif non significatif sur la survie
Eom et Lee (2010)	Corée du Sud / [2000-2001]	Coopération science-industrie financée par l'Etat	538 firmes	Approche structurelle (Econométrie classique)	Effet direct	Probabilité d'innover, Brevet, Productivité du travail, Ventes	Pas d'effet sur la proba d'innover, productivité du travail et ventes ; Effet positif sur les brevets
Sen Chai et Willy Shih (2014)	Danemark / [2005-2010]	Coopération science-industrie financée par l'Etat (DNTAF)	126 firmes	Matching + méthode de la double différence , Regression logistique	Effet direct	Publications, citations, brevets, emploi, Survie des firmes	Effet positif sur les publications , citations et emploi, Pas d'effet sur les brevets, Effet positif sur le taux de survie de la firme
Dessertine (2014)	France / [2004-2010]	Pole de compétitivité	640 firmes	Méthode de la double différence	Effet direct	Emploi, Masse salariale	Effet positif sur les emplois cadres et R&D, Pas d'effet sur les emplois ouvriers
Garone et al (2014)	Bresil / [2002-2009]	Politique de Cluster	405 firmes traitées	Modèle à effets fixes + méthodes de ré pondation	Effet direct	Emploi, probabilité d'exporter et exportations	Effet positif
Autant-Bernard (2015)	Revue de littérature	Parcs de science et de la technologie	Firme Travailleurs	Fonctions de productions de connaissances, Approche structurelle, Approche contrefactuelle	Effet direct	Effort de R&D, Publications, Brevets, Emploi, Ventes, Productivité du travail, Création et survie des entreprises Attractivité du territoire	Effet positif, Effet mitigé sur les performances économiques et sur l'attractivité du territoire
Dujardin et al (2015)	Belgique / [2003-2011]	Pole de compétitivité Wallons	109 firmes traitées	Matching + Méthodes de double et triple différences	Effet direct	la productivité, l'emploi, les exportations et la valeur ajoutée	Effet positif sur l'emploi et la valeur ajoutée ; Pas d'effet sur la productivité et les exportations

TABLE A.2 – Études empiriques (*Deuxième partie*)

Auteurs	Pays /période	Forme de la politique	Unité d'analyse	Méthode	Types d'effets	Types de bénéfices	Principaux résultats
Nishimura et Okamura (2016)	Japon /[2004-2008]	Consortiums de R&D science-industrie financée par l'Etat	584 firmes	Matching + Méthode de première différence	Effet direct	Productivité du travail, Productivité totale des facteurs, Ventes	Effet positif uniquement sur les PME
Ben Hassine et Mathieu (2017)	France /[2005-2012]	Pole de compétitivité	Firme	Matching + Méthode de double différence	Effet direct	Autofinancement de R&D ; les dépenses de R&D, le personnel des PME, chiffre d'affaires, emploi, exportations, productivité du travail et investissement	Effet positif sur l'autofinancement, les dépenses et le personnel des PME, effet mitigé sur les ETI et GE, Pas d'effet sur les performances économiques
Garone et al (2014)	Bresil [2002-2009]	Politique de Cluster	10634 firmes traitées indirectement	Modèle à effets fixes + méthodes de ré pondation	Effet indirect (proximité géographique et sectorielle)	Emploi, probabilité d'exporter et exportations	Effet positif sur les variables d'exportations Effet négatif sur emploi la première année de traitement
Nishimura et Okamura (2016)	Japon /[2004-2008]	Consortiums de R&D science-industrie financée par l'Etat	Firme	Matching + Méthode de première différence	Effet indirect (Proximité commerciale)	Productivité du travail, Productivité totale des facteurs, Ventes	Effet positif uniquement sur les grandes entreprises
Brossard et Moussa (2014)	France /[1997-2008]	Pole de compétitivité	Département	Méthode de la double différence	Effet territorial	Brevetage départemental	Effet positif

TABLE A.3 – Les types d'effets en fonction des approches méthodologiques

Méthodes	Econométrie classique	Econométrie de l'évaluation
Effets Directs	Lundmark et Power (2008)	Nishimura et Okamuro (2016)
	Eom et Lee (2010)	Chai et Shih (2014)
	Garonne et al., (2014)	Dujardin et al.,(2015)
	Chai et Shih (2014)	Marion Dessertine (2014)
		Ben Hassine et Mathieu (2017)
Effets Indirects	Garone et al.,(2014)	Nishimura et Okamura (2016)
Effets territoriaux		Brossard et Moussa (2014)

TABLE A.4 – La temporalité

Auteurs	Période de traitement	Décalage temporel	Période de mesure de l'impact
Nishimura et Hiroyuki Okamuro (2016)	[1997-1998]	10 années	2007, 2008
Chai et Shih (2014)	[2005-2010]	0 année	2010
Eom et Lee (2010)	[1990-1999]	2 années	[2000-2001]
Lundmark et Power(2008)	[1990-2000]	0 année	2000
Brossard et Moussa (2014)	[2005-2008]	0 année	2008
Dessertine (2014)	[2005-2010]	0 année	2010
Garone et al.,(2014)	[2004-2009]	0 année	[200-2009]
Dujardin et al.,(2015)	[2006-2011]	0 année	2011
Ben Hassine et Mathieu (2017)	[2005-2012]	0 année	de 2006 à 2012

Encadré 1 : La méthode de première différence

Elle s'applique en deux étapes :

Étape 1 : Appariement des unités traitées et non traitées

Elle consiste à appairer les unités traitées et non-traitées en se basant sur un score de propension. Il s'agit d'estimer un modèle statistique (modèle Probit ou Tobit) pour l'échantillon entier (unités traitées et candidats potentiels) qui fournit une estimation de la propension à participer ou de la probabilité de participer de chaque unité indépendamment du fait qu'elle participe ou non. Chaque unité destinée au traitement est donc appariée avec une ou plusieurs unités destinées au groupe témoin, en fonction du score de propension. L'appariement va donc permettre de constituer un groupe de témoin fiable mais basé uniquement sur des données observables. On peut distinguer plusieurs estimateurs : Kernel, le plus proche voisin, Radius, support commun, etc.

Étape 2 : Comparaison des résultats moyens entre les deux groupes

La différence moyenne entre le résultat du groupe de traitement et celui du groupe de comparaison constitue l'impact estimé du programme. En résumé, l'impact du programme est estimé en comparant la moyenne des résultats du groupe de traitement (les participants) à la moyenne des résultats d'un groupe non-traité. L'hypothèse fondamentale de cette méthode est que la sélection parmi les bénéficiaires doit être entièrement caractérisée par des données observables. Autrement dit, il n'y a aucune différence non observée entre le groupe de traitement et le groupe témoin corrélée aux résultats et à la décision de participer à l'intervention. La critique de cette méthode porte sur le non-contrôle du biais de sélection étant donné que la sélection des bénéficiaires ne se fonde pas sur les caractéristiques non observées. Dit autrement, le problème dans cette méthode est que les deux groupes ont potentiellement des caractéristiques non observées différentes qui peuvent être à l'origine des différences de résultats entre les deux groupes. L'avantage de cette méthode est qu'elle permet de constituer le groupe de comparaison et ce, quelles que soient les règles de sélection des bénéficiaires du programme.

Source : "Gertler, Paul J. ; Martinez, Sebastian ; Premand, Patrick ; Rawlings, Laura B. ; Vermeersch, Christel M. J. 2011. Impact Evaluation in Practice, First Edition. World Bank. © World Bank."

Encadré 2 : La méthode de la double différence

Cette méthode consiste à faire un écart entre la différence des résultats avant et après l'intervention dans le groupe de traitement et la différence des résultats avant et après le programme dans le groupe de comparaison afin d'obtenir une estimation de l'impact d'une intervention. Autrement dit, il s'agit de la différence entre le changement des résultats dans le groupe de traitement et le changement des résultats dans le groupe témoin. Le changement observé dans le groupe témoin est considéré comme celui qui serait survenu dans le groupe de traitement en l'absence de l'intervention. Cette méthode contrôle pour toutes les différences non observées entre les deux groupes, stables au fil du temps, mais également les différences qui évoluent avec le temps et qui touchent de la même manière les groupes témoins et traités.

La différence dans les résultats avant-après pour le groupe participant (la première différence) contrôle pour les facteurs invariables dans le temps qui affectent ce groupe, pour la simple raison que nous comparons le groupe à lui-même. La différence avant-après ne tient toutefois pas compte des facteurs externes variables dans le temps. Une manière de prendre en compte ces facteurs externes variables dans le temps est de mesurer la différence de résultats avant-après pour un groupe qui n'a pas participé au programme, mais qui a été exposé aux mêmes conditions externes (la deuxième différence). Si nous épurons la première différence des effets des autres facteurs variables dans le temps qui influent sur les résultats en soustrayant la deuxième différence, nous éliminons la principale source de biais qui posait problème dans la simple comparaison avant-après.

La double différence repose sur l'hypothèse fondamentale assez contraignante selon laquelle l'évolution ou la tendance des résultats dans les groupes traités et témoins reste la même sans traitement. (Hypothèse des tendances égales). La critique apportée à cette méthode est qu'elle ne permet pas d'éliminer les différences entre ces deux groupes qui changent au cours du temps.

Source : "Gertler, Paul J. ; Martinez, Sebastian ; Premand, Patrick ; Rawlings, Laura B. ; Vermeersch, Christel M. J.. 2011. Impact Evaluation in Practice, First Edition. World Bank. © World Bank

TABLE A.5 – L'effet de l'IRT sur les performances des PME - Résumé des résultats de l'évaluation d'impact (avec un autre groupe de contrôle obtenu via l'appariement optimal)

Variables de résultat		Variables de résultat	
Variables économiques	Effets estimés	Variables d'emploi	Effets estimés
Chiffre d'affaires		Emploi total	
<i>Effet moyen permanent</i>	-597 998 (387 549)	<i>Effet moyen permanent</i>	-1,398 (2,138)
<i>Nombre d'observations</i>	1586	<i>Nombre d'observations</i>	1104
Capitaux propres		Nombre de cadres	
<i>Effet moyen permanent</i>	511 635 (333 113)	<i>Effet moyen permanent</i>	-0,758 (0,676)
<i>Nombre d'observations</i>	1587	<i>Nombre d'observations</i>	1104
Autonomie financière		Part des cadres	
<i>Effet moyen permanent</i>	0,535 (2,008)	<i>Effet moyen permanent</i>	-0,012 (0,013)
<i>Nombre d'observations</i>	1585	<i>Nombre d'observations</i>	1104
Période d'étude	2008 - 2016		2008 - 2015
Nombre de firmes traitées/ de contrôle	30/150		23/115

Notes : Les signes ***, ** et * correspondent respectivement aux coefficients statistiquement significatifs au niveau 1%, 5% et 10%. Les erreurs-types entre parenthèses sont robustes à la fois à l'hétéroscédasticité et à l'autocorrelation.

TABLE A.6 – Hétérogénéité dans l'effet de l'IRT : L'impact sur les groupes à différentes durées de participation (autre groupe de contrôle obtenu via l'appariement optimal)

	(1) Groupe1 :1 an de participation	(2) Groupe2 : 2 ans de participation	(3) Groupe3 :3 ans de participation	(4) <i>Nombre d' observations</i>
Variables économiques				
Chiffre d'affaires				1586
<i>Effet moyen</i>	-320 992	-951 078	497 189*	
<i>permanent</i>	(423 265)	(638 247)	(276 412)	
Capitaux propres				1587
<i>Effet moyen</i>	288 097	810 166**	-413 117*	
<i>permanent</i>	(522 550)	(409 460)	(214 556)	
Autonomie financière				1585
<i>Effet moyen</i>	-0,562	0,426	8,858*	
<i>permanent</i>	(2,547)	(2,854)	(4,912)	
Nombre de firmes bénéficiaires	13/30	15/30	2/30	
Variables d'emploi				
Emploi total				1104
<i>Effet moyen</i>	-1,535	-1,713	0,376	
<i>permanent</i>	(4,106)	(2,299)	(2,741)	
Nombre de cadres				1104
<i>Effet moyen</i>	-1,205	-0,295	-0,827	
<i>permanent</i>	(0,938)	(1,175)	(0,55)	
Part des cadres				1104
<i>Effet moyen</i>	-0,010	-0,021	0,015	
<i>permanent</i>	(0,014)	(0,024)	(0,022)	
Nombre de firmes bénéficiaires	11/23	10/23	2/23	

Notes : Les signes ***, ** et * correspondent respectivement aux coefficients statistiquement significatifs au niveau 1%, 5% et 10%. Les erreurs-types entre parenthèses sont robustes à la fois à l'hétéroscédasticité et à l'autocorrelation.

TABLE A.7 – Hétérogénéité dans le traitement : Impact de chaque type de traitement (autre groupe de contrôle obtenu via l'appariement optimal)

Types de traitement	Traitement1 : "EXPERTISE"	Traitement2 : "INP R&D"	Traitement3 : "CEA R&D"	Nombre d' observations
Variables économiques				
Chiffre d'affaires				1586
<i>Effet moyen permanent</i>	-1 087 835** (553 388)	-14 212 (304 378)	-756 623 (777 715)	
Capitaux propres				1587
<i>Effet moyen permanent</i>	-289 779 (350 124)	151 810 (363 271)	1 242 781** (603 709)	
Autonomie financière				1585
<i>Effet moyen à court terme</i>	-0,085 (2,622)	-4,527 (3,2)	4,773 (3,047)	
Nombre de firmes bénéficiaires	8/30	9/30	13/30	
Variables d'emploi				
Emploi total				1104
<i>Effet moyen permanent</i>	-8,796 (6,264)	0,474 (2,137)	1,414 (2,616)	
Nombre de cadres				1104
<i>Effet moyen permanent</i>	-1,966 (1,487)	0,025 (1,247)	-0,597 (0,900)	
Part des cadres				1104
<i>Effet moyen permanent</i>	0,005 (0,018)	-0,035 (0,034)	-0,006 (0,014)	
Nombre de firmes bénéficiaires	10/23	6/23	7/23	

Notes : Les signes ***, ** et * correspondent respectivement aux coefficients statistiquement significatifs au niveau 1%, 5% et 10%. Les erreurs-types entre parenthèses sont robustes à la fois à l'hétéroscédasticité et à l'autocorrelation.

TABLE A.8 – Hétérogénéité dans l'interaction entre durée de traitement et type de traitement (autre groupe de contrôle obtenu via l'appariement optimal)

Types de traitement	(1) Groupe bénéficiaire de "EXPERTISE" durant 1 an	(2) Groupe bénéficiaire de "CEA R&D" durant 1 an	(3) Groupe bénéficiaire de "CEA R&D" durant 2 ans	(4) Groupe bénéficiaire de "INP R&D" durant 2 ans	(5) Groupe bénéficiaire de "CEA R&D" durant 3 ans
Variables économiques					
Chiffre d'affaires <i>Effet moyen permanent</i>	-1 087 439** (553 246)	749 378 (503 176)	-11 824 (304 449)	-2 541 438 (1 575 709)	485 232* (278 045)
Capitaux propres <i>Effet moyen permanent</i>	-288 269 (350 176)	1 075 303 (1 089 114)	153 575 (363 275)	1 944 389** (802 813)	-410 317* (214 933)
Autonomie financière <i>Effet moyen permanent</i>	-0,098 (2,619)	-1,247 (4,534)	-4,548 (3,2)	9,304** (4,542)	8,912* (4,906)
Nombre de firmes bénéficiaires	8/30	6/30	9/30	5/30	2/30
Variables d'emploi					
Emploi total <i>Effet moyen permanent</i>	-8,753 (6,263)	7,716** (3,561)	0,501 (2,137)	-5,811 (4,869)	0,369 (2,736)
Nombre de cadres <i>Effet moyen permanent</i>	-1,963 (1,487)	-0,232 (0,843)	0,027 (1,248)	-0,893 (2,427)	-0,828 (0,548)
Part des cadres <i>Effet moyen permanent</i>	0,005 (0,018)	-0,029 (0,019)	-0,036 (0,034)	0,007 (0,026)	0,015 (0,022)
Nombre de firmes bénéficiaires	10/23	1/23	6/23	4/23	2/23

Notes : Les signes ***, ** et * correspondent respectivement aux coefficients statistiquement significatifs au niveau 1%, 5% et 10%. Les erreurs-types entre parenthèses sont robustes à la fois à l'hétéroscédasticité et à l'autocorrelation.

TABLE A.9 – L'effet de l'IRT sur les performances des PME - Résumé des résultats de l'évaluation d'impact (Effet moyen instantané et effet moyen post-traitement)

Variables de résultat		Variables de résultat	
Variables économiques	Effets estimés	Variables d'emploi	Effets estimés
Chiffre d'affaires		Emploi total	
	27 849		-3,083*
<i>Effet moyen instantané</i>	(263 657)	<i>Effet moyen instantané</i>	(1,684)
	-923 828		2,823
<i>Effet moyen post-traitement</i>	(574 686)	<i>Effet moyen post-traitement</i>	(4,226)
<i>Nombre d'observations</i>	1586	<i>Nombre d'observations</i>	1104
Capitaux propres		Nombre de cadres	
	389 499		-0,928*
<i>Effet moyen instantané</i>	(295 817)	<i>Effet moyen instantané</i>	(0,529)
	542 996		0,271
<i>Effet moyen post-traitement</i>	(441 464)	<i>Effet moyen post-traitement</i>	(1,344)
<i>Nombre d'observations</i>	1587	<i>Nombre d'observations</i>	1104
Autonomie financière		Part des cadres	
	0,524		0,002
<i>Effet moyen instantané</i>	(1,855)	<i>Effet moyen instantané</i>	(0,012)
	1,198		-0,008
<i>Effet moyen post-traitement</i>	(2,535)	<i>Effet moyen post-traitement</i>	(0,026)
<i>Nombre d'observations</i>	1585	<i>Nombre d'observations</i>	1104
Période d'étude	2008 - 2016		2008 - 2015
Nombre de firmes traitées/ de contrôle	30/150		23/115

Notes : Les signes ***, ** et * correspondent respectivement aux coefficients statistiquement significatifs au niveau 1%, 5% et 10%. Les erreurs-types entre parenthèses sont robustes à la fois à l'hétéroscédasticité et à l'autocorrelation.

TABLE A.10 – Hétérogénéité dans l'effet de l'IRT : L'impact sur les groupes à différentes durées de participation

	(1) Groupe1 :1 an de participation	(2) Groupe2 : 2 ans de participation	(3) Groupe3 :3 ans de participation	(4) <i>Nombre d' observations</i>
Variables économiques				
Chiffre d'affaires				1586
<i>Effet moyen instantané</i>	-40 500 (324 506)	27 754 (395 916)	314 157 (261 518)	
<i>Effet moyen post-traitement</i>	-363 176 (546 518)	-1 569 461 (990 859)	708 528** (278 995)	
Capitaux propres				1587
<i>Effet moyen instantané</i>	(876 921 (652 660)	171 035 (317 038)	-94 452 (175 248)	
<i>Effet moyen post-traitement</i>	(-110 043 (602 706)	1 285 715** (570 807)	-505 419* (293 651)	
Autonomie financière				1585
<i>Effet moyen instantané</i>	2,474 (2,845)	-1,823 (2,463)	7,849** (3,957)	
<i>Effet moyen post-traitement</i>	-2,035 (3,135)	3,996 (3,842)	4,952 (5,102)	
Nombre de firmes bénéficiaires	13/30	15/30	2/30	
Variables d'emploi				
Emploi total				1104
<i>Effet moyen instantané</i>	-1,726 (3,597)	-4,482** (1,838)	-1,872 (2,365)	
<i>Effet moyen post-traitement</i>	-0,283 (6,714)	6,572 (4,427)	7,738*** (1,83)	
Nombre de cadres				1104
<i>Effet moyen instantané</i>	-0,752 (0,676)	-1,120 (0,930)	-0,737 (0,558)	
<i>Effet moyen post-traitement</i>	-1,155 (1,547)	2,462 (2,563)	-0,188 (0,346)	
Part des cadres				1104
<i>Effet moyen instantané</i>	-0,001 (0,014)	-0,009 (0,024)	0,029 (0,022)	
<i>Effet moyen post-traitement</i>	0,002 (0,02)	-0,027 (0,062)	0,017 (0,023)	
Nombre de firmes bénéficiaires	11/23	10/23	2/23	

Notes : Les signes ***, ** et * correspondent respectivement aux coefficients statistiquement significatifs au niveau 1%, 5% et 10%. Les erreurs-types entre parenthèses sont robustes à la fois à l'hétéroscédasticité et à l'autocorrelation.

TABLE A.11 – Hétérogénéité dans le traitement : Impact de chaque type de traitement

Types de traitement	(1) Traitement1 : "EXPERTISE"	(2) Traitement2 : "INP R&D"	(3) Traitement3 : "CEA R&D"	(4) <i>Nombre d' observations</i>
Variables économiques				
Chiffre d'affaires				1586
<i>Effet moyen instantané</i>	-327 038 (465 376)	109 352 (226 431)	132 476 (526 520)	
<i>Effet moyen post-traitement</i>	-1 349 907* (696 196)	-76 255 (546 311)	-1 151 106 (1 033 421)	
Capitaux propres				1587
<i>Effet moyen instantané</i>	59 261 (247 906)	35 176 (353 870)	892 605 (602 339)	
<i>Effet moyen post-traitement</i>	-363 829 (430 468)	427 475 (444 109)	1 057 653 (744 858)	
Autonomie financière				1585
<i>Effet moyen instantané</i>	1,378 (2,8)	-4,185 (2,823)	4,708 (2,895)	
<i>Effet moyen post-traitement</i>	-0,634 (2,874)	-1,415 (4,489)	3,466 (3,984)	
Nombre de firmes bénéficiaires	8/30	9/30	13/30	
Variables d'emploi				
Emploi total				1104
<i>Effet moyen instantané</i>	-6,596 (5,389)	-1,408 (1,509)	-2,531 (2,294)	
<i>Effet moyen post-traitement</i>	-9,031 (10,782)	6,796 (5,450)	8,232** (3,634)	
Nombre de cadres				1104
<i>Effet moyen instantané</i>	-0,881 (1,077)	-0,384 (1,058)	-1,335* (0,697)	
<i>Effet moyen post-traitement</i>	-2,701 (2,332)	1,887 (2,721)	1,388 (1,831)	
Part des cadres				1104
<i>Effet moyen instantané</i>	0,002 (0,012)	-0,007 (0,029)	0,008 (0,015)	
<i>Effet moyen post-traitement</i>	0,030 (0,030)	-0,071 (0,107)	-0,005 (0,019)	
Nombre de firmes bénéficiaires	10/23	6/23	7/23	

Notes : Les signes ***, ** et * correspondent respectivement aux coefficients statistiquement significatifs au niveau 1%, 5% et 10%. Les erreurs-types entre parenthèses sont robustes à la fois à l'hétéroscédasticité et à l'autocorrelation.

TABLE A.12 – Hétérogénéité dans l'interaction entre durée de traitement et type de traitement

Types de traitement	(1) Groupe bénéficiant de "EXPERTISE" durant 1 an	(2) Groupe bénéficiant de "CEA R&D" durant 1 an	(3) Groupe bénéficiant de "INP R&D" durant 2 ans	(4) Groupe bénéficiant de "CEA R&D" durant 2 ans	(5) Groupe bénéficiant de "CEA R&D" durant 3 ans
Variables économiques					
Chiffre d'affaires					
<i>Effet moyen instantané</i>	-327 833 (465 379)	422 039 (333 062)	111 713 (226 563)	-117 001 (1 022 100)	315 016 (261 574)
<i>Effet moyen post-traitement</i>	-1 054 636* (553 373)	799 779 (502 809)	28 998 (304 920)	-2 518 659 (1 577 126)	483 499* (281 985)
Capitaux propres					
<i>Effet moyen instantané</i>	56 488 (247 885)	2 187 269 (1 516 993)	44 086 (353 450)	445 973 (600 496)	-88 135 (175 865)
<i>Effet moyen post-traitement</i>	-167 461 (346 323)	1 203 681 (1 083 636)	262 028 (360 407)	2 046 252** (800 532)	-335 238 (196 270)
Autonomie financière					
<i>Effet moyen instantané</i>	1,379 (2,8)	4,18 (5,759)	-4,189 (2,823)	3,515 (4,232)	7,894** (3,952)
<i>Effet moyen post-traitement</i>	0,408 (2,53)	-0,829 (4,488)	-3,95 (3,14)	10,105** (4,495)	9,874** (4,932)
Nombre de firmes bénéficiaires	8/30	6/30	9/30	5/30	2/30
Variables d'emploi					
Emploi total					
<i>Effet moyen instantané</i>	-6,603 (5,394)	5,225* (3,121)	-1,355 (1,506)	-10,531*** (3,307)	-1,838 (2,353)
<i>Effet moyen post-traitement</i>	-9,03 (10,784)	9,534* (4,918)	6,808 (5,540)	6,475 (7,058)	7,856*** (1,823)
Nombre de cadres					
<i>Effet moyen instantané</i>	-0,882 (1,076)	-0,551 (0,573)	-0,378 (1,058)	-2,584 (1,735)	-0,735 (0,555)
<i>Effet moyen post-traitement</i>	-2,703 (2,333)	0,578 (1,659)	1,875 (2,721)	3,132 (4,476)	-0,172 (0,349)
Part des cadres					
<i>Effet moyen instantané</i>	0,002 (0,012)	-0,011 (0,026)	-0,007 (0,029)	0,012 (0,023)	0,026 (0,023)
<i>Effet moyen post-traitement</i>	0,03 (0,03)	-0,029* (0,016)	-0,072 (0,107)	0,021 (0,043)	0,016 (0,024)
Nombre de firmes bénéficiaires	10/23	1/23	6/23	4/23	2/23

Notes : Les signes ***, ** et * correspondent respectivement aux coefficients statistiquement significatifs au niveau 1%, 5% et 10%. Les erreurs-types entre parenthèses sont robustes à la fois à l'hétéroscédasticité et à l'autocorrelation.

A.2 Annexe du chapitre 3

TABLE A.13 – L'effet indirect de l'IRT sur les performances des PME - Résumé des résultats de l'évaluation d'impact indirect (avec un autre groupe de contrôle)

Variables de résultat		Variables de résultat	
Variables économiques	Effets estimés	Variables d'emploi	Effets estimés
Chiffre d'affaires		Emploi total	
	445 431***		-0,154
<i>Effet permanent</i>	(172 771)	<i>Effet permanent</i>	(0,928)
<i>Nombre d'observations</i>	2430	<i>Nombre d'observations</i>	2016
Capitaux propres		Nombre de cadres	
	-35 108		-0,09
<i>Effet permanent</i>	(90 779)	<i>Effet permanent</i>	(0,314)
<i>Nombre d'observations</i>	2430	<i>Nombre d'observations</i>	2016
Rentabilité économique		Part des cadres	
	4,648		-0,003
<i>Effet moyen permanent</i>	(3,568)	<i>Effet permanent</i>	(0,010)
<i>Nombre d'observations</i>	2430	<i>Nombre d'observations</i>	2016
Autonomie financière			
	2,921**		
<i>Effet permanent</i>	(1,479)		
<i>Nombre d'observations</i>	2430		
Période d'étude	2008 - 2016		2008 - 2015
Nombre de firmes traitées/ de contrôle	90/180		84/168

Notes : Les signes ***, ** et * correspondent respectivement aux coefficients statistiquement significatifs au niveau 1%, 5% et 10%. Les erreurs-types entre parenthèses sont robustes à la fois à l'hétéroscédasticité et à l'autocorrelation.

TABLE A.14 – Effet indirect annuel de l'IRT (avec un autre groupe de controle)

	(1) 2012	(2) 2013	(3) 2014	(4) 2015	(5) 2016
Variables économiques					
Chiffre d'affaires	43 695	-1 319	100 766	448 664*	521 770*
<i>Effet annuel</i>	(145 666)	(137 887)	(190 129)	(238 353)	(299 121)
Capitaux propres	14,3941	-7 375	-60 620	-20 933	-13 235
<i>Effet annuel</i>	(67 293)	(84 476)	(107 157)	(117 058)	(145 744)
Rentabilité économique	4,695*	4,320	-1,164	11,178	-7,409
<i>Effet annuel</i>	(2,667)	(2,923)	(4,069)	(10,074)	(6,305)
Autonomie financière	-2,118	-0,457	1,943	2,38	5,555*
<i>Effet annuel</i>	(1,555)	(1,508)	(1,811)	(1,94)	(2,666)
Nombre observations	2340	2340	2340	2340	2340
Variables d'emploi					
Emploi total	-0,404	0,475	-0,190	-0,232	-
<i>Effet annuel</i>	(1,049)	(1,003)	(1,118)	(1,568)	-
Nombre de cadres	-0,286	0,252	-0,324	0,152	-
<i>Effet annuel</i>	(0,354)	(0,343)	(0,43)	(0,454)	-
Part des cadres	-0,027**	0,005	0,0004	0,015	-
<i>Effet annuel</i>	(0,011)	(0,012)	(0,012)	(0,012)	-
Nombre observations	2016	2016	2016	2016	

Notes : Les signes ***, ** et * correspondent respectivement aux coefficients statistiquement significatifs au niveau 1%, 5% et 10%. Les erreurs-types entre parenthèses sont robustes à la fois à l'hétéroscédasticité et à l'autocorrelation.

A.3 Annexe du chapitre 4

Modèle à effets fixes

Après avoir spécifié le modèle de la double différence, nous nous tournons vers une spécification plus général de sorte que la variable de résultat (les inputs de R&D) dépende outre de la variable de traitement, des variables observables exogènes ; des variables inobservables invariantes à travers le temps (l'hétérogénéité inobservée) ; des effets fixes annuels avant, pendant et après le traitement qui sont susceptibles d'influencer la variable de résultat. Le modèle de panel linéaire de base de cette étude est décrit de la manière suivante :

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1.IRTRA_{i,t} + \beta_2.X_{it} + secteur_i + c_i + \theta_t + \varepsilon_{it}$$

Où i représente l'individu statistique et t l'année. Dans notre étude, les individus statistiques sont les grandes entreprises qui sont observées sur plusieurs périodes composées des périodes de pré-

traitement (1998 - 2011) et en cours de traitement (2012 - 2015). Le paramètre θ_{it} dénote une variable dummy permettant de prendre en considération les effets fixes temporels notamment les effets de la crise financière, qui peuvent avoir une influence sur les performances de l'entreprise. Cette spécification inclut aussi l'effet individuel c_i contrôlant ainsi pour toutes les inobservables qui ne changent pas avec le temps mais qui peuvent être corrélées à la participation aux IRT. L'introduction de ce paramètre est très utile car il permet de traiter partiellement le problème d'auto-sélection. Les raisons de participer ou non aux IRT pourraient être corrélées à la performance des entreprises. Par conséquent, il importe de les séparer de l'effet des IRT Rhônalpins. Cette composante comprend l'ensemble des variables inobservées au sein de chaque entreprise qui sont susceptibles d'influencer la performance de l'entreprise. Dans cette composante, on pourrait facilement trouver les stratégies de l'entreprise, l'intelligence des dirigeants, le mode d'organisation de l'entreprise, etc. On fait donc l'hypothèse que ces variables inobservables sont stables dans le temps et spécifiques à chaque entreprise. Dans cette spécification, nous incluons un ensemble des caractéristiques observables (X_{it}) à l'échelle des entreprises susceptible d'influencer la performance des grandes entreprises et qui peuvent aussi être corrélées à la participation aux IRT. On trouve parmi ces variables, la taille de l'entreprise qui est mesurée par deux variables qui sont l'effectif total du personnel et le chiffre d'affaires de l'entreprise. Cette variable a pour but de contrôler l'effet taille sur les performances de la grande entreprise ; les capitaux propres qui permettent de contrôler pour les ressources de la grande entreprise ; la part des cadres, mesurée par le rapport entre le nombre de cadres et l'effectif total. Ce dernier permet de contrôler pour l'effet de la main d'œuvre qualifiée (qui joue un rôle important dans le processus d'innovation) ; la part des exportations, mesurée par le rapport entre les exportations en valeur et le chiffre d'affaires. L'introduction de cette variable a pour objectif est de contrôler pour l'effet de la pression internationale. En effet, plus la concurrence internationale est forte, plus l'entreprise cherchera à innover afin de rester compétitive. La concurrence étrangère est susceptible d'augmenter le niveau des dépenses intérieures de R&D (Berman, 1990). Nous introduisons aussi la somme des fonds publics reçus par l'entreprise afin de contrôler pour l'ensemble des autres politiques publiques pouvant influencer les variables de résultat. Le nombre d'établissements est une variable importante qui pourrait permettre de comprendre l'impact de la dynamique organisationnelle des entreprises. Afin de prendre en compte les financements privés de R&D extérieurs à l'entreprise, nous incluons dans notre modèle, la variable "financement privé", qui est la somme des financements de R&D provenant du secteur privé (autres filiales du grand groupe, entreprises partenaires, etc.). $secteur_i$: Les variables muettes prenant la valeur 1 si l'entreprise appartient à un secteur donné et 0 sinon. Cette variable permet de prendre en compte l'ensemble des variables inobservées au niveau sectoriel susceptibles d'influencer la variable de résultat. $IRTRA_{i,t}$: indique la variable de traitement qui prend la valeur 1 si une grande entreprise i a participé aux actions de l'un des 2 IRT Rhônalpins, à l'année t (année de traitement : 2012, 2013, 2014, 2015) et 0 sinon. Y_{it} : Les indicateurs de performance. Dans le cadre de cette étude, nous avons fait le choix de considérer uniquement les indicateurs d'input de R&D comme variables de performance. Ce choix s'explique par le fait que nos données ne permettent pas d'évaluer sur les indicateurs de moyen et long terme. En effet, comme on l'a déjà évoqué plus haut, les IRT ont été créés en 2012 et nos données les plus récentes sont de 2015. A ce stade, il est essentiel d'évaluer l'effet des IRT uniquement sur les indicateurs de court terme notamment les moyens financiers et humains destinés à la R&D. Six indicateurs d'input de R&D ont été choisis : Les dépenses totales de R&D nettes des fonds publics, les dépenses intérieures de R&D, les dépenses extérieures de R&D, l'autofinancement de R&D, l'intensité de R&D (rapport entre les dépenses totales de R&D nettes des fonds publics et le chiffre d'affaires) et l'effectif de R&D en personnes physiques. $varepsilon_{it}$: un terme de perturbation aléatoire. θ_1 : est notre paramètre d'intérêt, il mesure l'effet moyen des IRT Rhônalpins sur les inputs de R&D des grandes entreprises. Comme nous l'avons évoqué plus haut, le modèle à effets fixes contrairement à celui de la double différence possède l'avantage de contrôler pour les effets fixes annuels, en plus de contrôler

pour l'hétérogénéité inobservée. Néanmoins, il est important de souligner que les effets fixes annuels supposent la présence des chocs annuels extérieurs à l'entreprise et non intérieurs à l'entreprise. Or, il se trouve que dans notre cas d'étude, outre des effets fixes temporels, les grandes entreprises sont régulièrement soumises à des chocs intérieurs qui peuvent impacter de manière considérable leurs performances. Ces types de chocs correspondent aux effets de fusion, d'acquisition, de cession, etc. Par ailleurs, les chocs intérieurs contrairement aux chocs extérieurs (qui sont communs) sont spécifiques à chaque grande entreprise, indiquant ainsi une deuxième source d'hétérogénéité qui est la tendance individuelle linéaire, spécifique à chaque grande entreprise. Dans ce contexte, il serait important d'épurer les tendances individuelles spécifiques, sans quoi l'estimation de l'effet du traitement serait entachée d'un biais. C'est la raison pour laquelle nous utilisons dans la suite de notre démarche économétrique, le modèle à tendance aléatoire qui a la particularité de contrôler pour ces chocs intérieurs, spécifiques à chaque grande entreprise.