

Évaluation de l'impact des aides à l'innovation (brique transverse)

Rapport intermédiaire, septembre 2019

H. Ben Hassine[‡], C. Marsant[‡] & C. Mathieu^{‡§}

Résumé

Ce rapport intermédiaire est la première étape d'une évaluation du régime cadre exempté de notification d'aides d'État à la Recherche, au développement et à l'innovation (RDI) SA.40391. Il s'inscrit dans le cadre d'une évaluation plus globale des aides publiques à l'innovation en France lancée par la Commission nationale d'évaluation des politiques d'innovation (CNEPI) hébergée par France Stratégie. Cette évaluation cherche à mesurer les effets différenciés et ex post de chacune des grandes familles d'aides directes et indirectes (soutiens à la R&D collaborative, CIR, etc.) sur la RDI des entreprises et sur leur activité économique. Son périmètre est donc plus large que celui du régime SA.40391.

Le présent rapport propose tout d'abord une analyse des différents dispositifs de soutien à l'innovation via une étude descriptive de l'ensemble du paysage des aides en France. Il précise ensuite la méthodologie économétrique qui sera retenue et en discute la faisabilité. Il expose enfin les avantages et limites de cette méthode et des variables d'intérêts retenues.

Compte tenu du fait que nos données permettent de différencier 26 dispositifs d'aides à la RDI, l'évaluation des effets d'un *policy mix* tel qu'il est envisagé dans cette étude ne permet pas de mobiliser certaines méthodes économétriques de l'évaluation. Nous proposons, par conséquent, un modèle à effets fixes sur données de panel. La dimension temporelle de notre échantillon (1999-2016) nous permet d'adopter une stratégie d'identification par la méthode de différences de différences tout en contrôlant l'hétérogénéité inobservée invariante au cours de la période d'observation. Toutefois, tous les facteurs qui peuvent induire un biais de sélection des entreprises bénéficiant d'aides ne sont pas nécessairement invariants dans le temps. Nous proposons donc de généraliser l'approche de Heckman en considérant un modèle polytomique non ordonné pour l'équation de sélection. Ainsi, il est possible d'évaluer ensemble les effets de plusieurs aides tout en contrôlant la présence d'un biais de sélection variant dans le temps.

[‡] France Stratégie, 20, avenue de Ségur, 75007, Paris

[§] Université Paris-Est, ERUDITE (EA 437), UPEC, 61 avenue du Général de Gaulle, 94010 Créteil cedex, France

Table des matières

1 -	Contexte et objectif de l'évaluation.....	3
2 -	Description des dispositifs.....	4
3 -	Faisabilité et choix des variables d'intérêt	10
4 -	Méthodologie.....	13
5 -	Discussion méthodologique	15
6 -	Bibliographie	18
7 -	Annexes.....	20

1 - Contexte et objectif de l'évaluation

Dans son rapport du 16 juin 2016, la Commission nationale d'évaluation des politiques d'innovation (CNEPI) souligne la redondance, la profusion et l'instabilité des aides publiques à l'innovation. L'État et ses opérateurs gèrent aujourd'hui 62 dispositifs avec des objectifs souvent très différents et dont l'articulation entre eux et avec ceux mis en place par les collectivités territoriales peut poser question (CNEPI, 2016). Cette étude a pour objectif d'analyser le degré de complémentarité entre les dispositifs publics de soutien à l'innovation en France. Elle vise :

- à caractériser le ciblage effectif de chacun des dispositifs de soutien à l'innovation via une étude descriptive de l'ensemble du paysage des aides, ce qui à notre connaissance n'a jamais été réalisé jusqu'à présent : il s'agit d'identifier quels dispositifs soutiennent quels types d'entreprises, pour quels types de projets d'innovation.
- à produire une évaluation économétrique ex post des effets différenciés de chacune des grandes familles de dispositifs (aides directes, aides indirectes, soutiens aux projets collaboratifs, etc.) sur les activités économiques et sur la Recherche & Développement et l'Innovation (RDI) des entreprises.

Cette étude s'inscrit dans le cadre des travaux de la CNEPI, hébergée par France Stratégie et dont l'objectif principal est d'améliorer l'efficacité des politiques d'innovation². La commission compte parmi ses membres des économistes, experts et acteurs du système d'innovation français. La commission veille à sélectionner des équipes reconnues pour leur expérience dans la conduite d'évaluations économétriques de politiques publiques. La présente étude, dont les résultats alimenteront le prochain rapport de la CNEPI, entend également contribuer, à la demande de la Direction générale des entreprises (DGE), au plan d'évaluation du régime exempté de notification d'aides d'état à la Recherche, au développement et à l'innovation (RDI) SA.40391 (ci-après le régime).

Au même titre que les équipes d'évaluation des différentes briques (Bpifrance, ADEME, ANR, etc.), ce document, qui prend la forme d'un rapport intermédiaire, est donc destiné à la Commission européenne et remis à la DGE, qui assure le pilotage et le suivi des travaux d'évaluation du dit « plan ».

Compte tenu de l'ambition initiale de cette étude qui porte sur le paysage des aides à la RDI en France dans son ensemble (ou presque), son périmètre est par conséquent plus large que celui des dispositifs du régime. Nous veillerons cependant à préciser, dans la limite du possible, le statut de chaque type d'aide selon qu'il s'agisse d'une aide du régime, d'un autre régime ou hors aide d'État.

Cette étude est réalisée par une équipe de France Stratégie composée d'un chef de projet, Haithem Ben Hassine, un conseiller scientifique, Claude Mathieu et un apprenti, Clément Marsant. Elle a pu par ailleurs bénéficier de nombreux commentaires d'une équipe de la Direction de l'Évaluation, des Études et de la Prospective (DEEP) de Bpifrance.

² Cf. CNEPI, 2018. <https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/presentation-cnepi-05-02-2018.pdf>

2 - Description des dispositifs

L'originalité de cette évaluation réside principalement dans le large périmètre des aides à la RDI qu'elle couvre. À partir des données recueillies auprès de 7 opérateurs (ACOSS, ANR³, Bpifrance, CNES, DGE, DGFIP et ONERA⁴), nous pouvons identifier 26 dispositifs⁵. Certains dispositifs sont très similaires et peuvent être classés, par souci de simplification, sous le même thème. C'est par exemple le cas des actions du PIA gérées par l'ANR - une vingtaine, que l'on a regroupée en trois catégories agrégées pour simplifier - ou encore les aides pilotées par le Centre National des Études Spatiales (CNES) qui concernent des programmes de soutien à la filière aéronautique et spatiale (cf tableau 1 et voir le détail du regroupement de ces dispositifs en annexe). Si les dispositifs d'aides indirectes (Crédit d'Impôt Recherche, Crédit d'Impôt Innovation, Jeunes Entreprises Innovantes, Jeunes Entreprises Universitaires) constituent 15 % du nombre total de dispositifs, ils représentent près de 76% du montant total d'aides distribuées aux entreprises en 2014⁶. Ces dispositifs d'aides indirectes sont assez homogènes dans leur mode d'attribution et dans leur public cible, attribution qui s'opère par déclaration des entreprises à l'administration fiscale.

Les aides directes sont beaucoup plus hétérogènes quant au mode d'attribution et au public visé (cf. tableau 1). On peut ainsi distinguer les aides aux projets de R&D individuels et les aides aux projets de R&D collaboratifs. Leur mode d'attribution est généralement plus complexe que celui des aides indirectes, que ce soit sur dépôt de dossier ou sur réponse à un appel à projet. Si pour la plupart des aides directes la frontière entre aide individuelle et aide collaborative est clairement définie, on constate des croisements possibles sur certains dispositifs dont l'objectif principal est de financer des projets individuels de R&D, mais où le financement est ouvert à des projets de consortiums d'entreprises et laboratoires de recherche.

Les données utilisées pour cette analyse sont disponibles par entreprise au sens de l'unité légale pour une année donnée, ce qui facilite l'appariement avec les données d'enquêtes pour construire des variables d'intérêt (enquêtes sur les dépenses de R&D) et obtenir des variables de contrôle (données bilanciennes de l'INSEE).

Le graphique 1 propose une première typologie des aides à l'innovation en France hors CIR (CIR qui représente près de 6,1 milliards d'euros en 2014). Les aides sont classées selon qu'elles correspondent à un dispositif de soutien aux filières (aéronautique, spatial, etc.), de recherche partenariale, d'aide à l'innovation (une catégorie spécifique à Bpifrance), de concours ou de soutien à la recherche. Une part relativement importante des ressources de l'État 751 millions d'euros en 2014, dont 11 % de ce montant se situe dans le périmètre du régime) est destinée à soutenir des filières. Le soutien à la recherche partenariale arrive en deuxième position avec un montant de 486 millions d'euros dont la moitié (51 %) s'inscrit dans le périmètre du régime. Viennent ensuite les aides à l'innovation de Bpifrance, faisant intégralement partie du régime et mobilisant 391 millions d'euros en 2014. Enfin, les autres dispositifs se trouvant dans le périmètre du régime, c'est-à-dire les Bourses French Tech, les concours Bpifrance, les JEI/JEU, les IRT (90% du dispositif agrégé « ANR-Valorisation de la recherche publique » (cf. annexe 2) et les ITE (23% du dispositif agrégé « ANR-Soutien à

³ Les dispositifs de l'ANR présentés dans ce rapport ne concernent que les dispositifs PIA. Les montants des aides hors PIA financées sur le budget d'intervention de l'ANR sont disponibles à la date de contractualisation de l'aide, ce qui ne permet pas de fournir des analyses annuelles. Le travail de ventilation de ces montants est en cours et devrait nous permettre de considérer ces dispositifs dans le rapport final.

⁴ À l'avenir, notre analyse portera également sur un huitième opérateur : l'ADEME. Cet opérateur n'est pas considéré dans le rapport intermédiaire car nous n'avons reçu les données le concernant que trop récemment pour pouvoir convenablement exploiter les informations fournies.

⁵ Ce total tient compte de l'agrégation de 19 dispositifs de l'ANR (cf. annexe 2) et des trois dispositifs du CNES (cf. annexe 4). Ainsi, l'appariement des différentes bases de données sur les aides à l'innovation disponibles permettent d'identifier 44 dispositifs différents avant agrégation.

⁶ Calcul effectué à partir des bases GECIR, ACOSS, BPI, ANR, ONERA, CNES, Pôles.

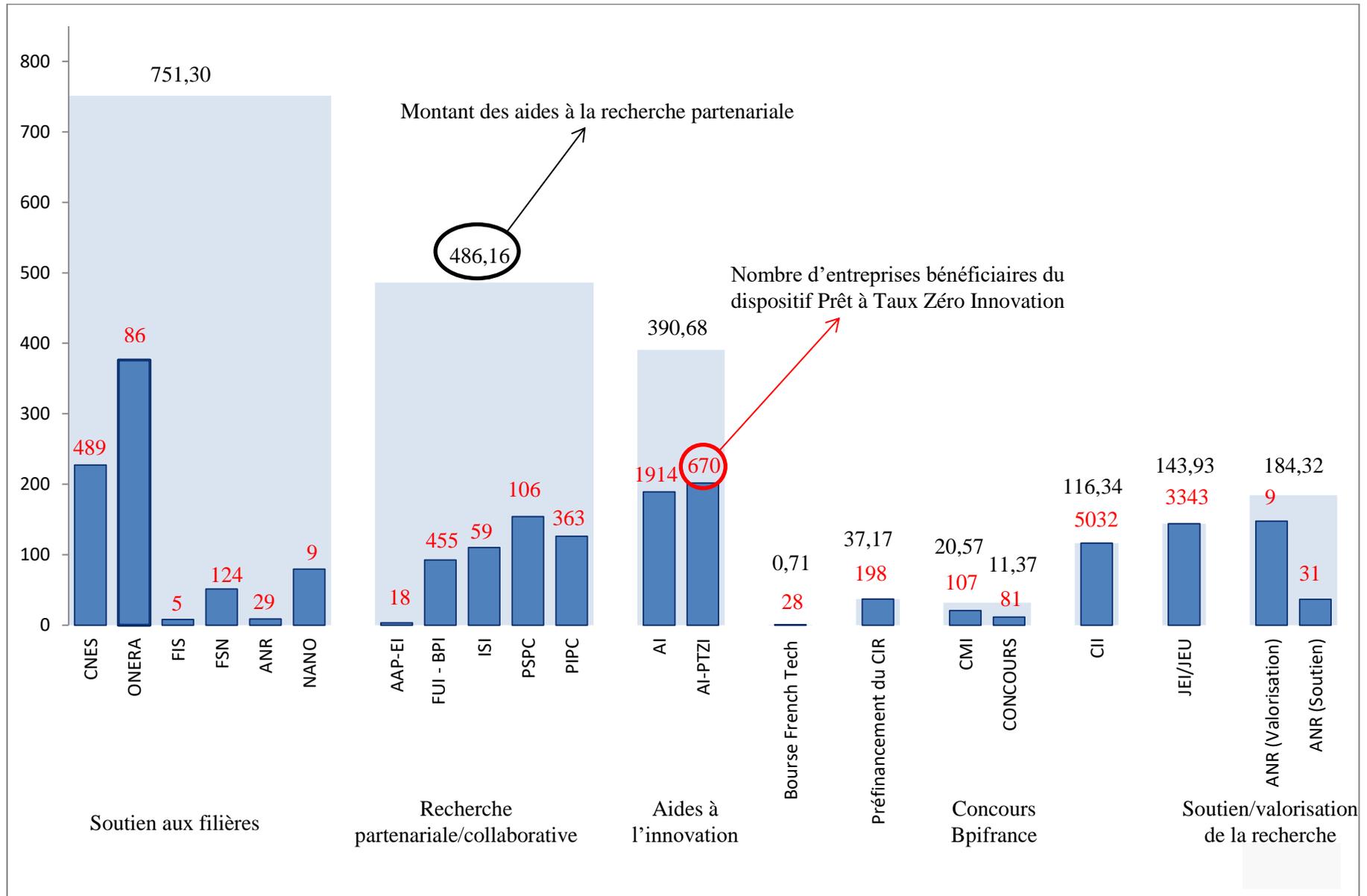
l'enseignement supérieur ») représentent un total distribué de 243 millions d'euros en 2014. Pour finir, 270 millions d'euros sont captés par les dispositifs restants qui sont hors régime, à savoir le préfinancement du CIR, le crédit d'impôt innovation et le complément des dispositifs agrégés de l'ANR : ANR-Soutien à l'enseignement supérieur (77%) et ANR-Valorisation de la recherche publique (10 %).

Tableau 1 : Liste des opérateurs/directions et des principaux dispositifs qu'ils pilotent

Opérateur-Dispositif	Cibles/types de soutiens	Types de financement	Publics cibles : Taille (Age/Effectif)	Projets de R&D collaboratifs	Financement ouvert au consortium	Attribution sur dossier déposé	Attribution sur appel à projets	Régime d'aides SA.40391
DGFIP-CII (Crédit Impôt Innovation)	Soutien globale à la R&D	Crédit d'impôt	PME					
DGFIP-CIR (Crédit Impôt Recherche)		Crédit d'impôt	PME, ETI, GE					
ACOSS-JEI (Jeune Entreprise Innovante)	R&D jeunes entreprises	Exonérations	PME (<8ans)					✗
ACOSS-JEU (Jeune Entreprise Universitaire)		Exonérations	PME (<8ans)					
BPI-AI (Aides à l'Innovation)	Aides à l'innovation	Avances remboursables/Subventions	PME, certaines ETI		✗	✗		✗
BPI-AI/PTZI (Prêt à Taux Zéro Innovation)		Prêts	PME (>3ans)				✗	
BPI-Concours (I-LAB)	Concours	Subventions	PME (<2ans)			✗		✗
BPI-CMI (Concours Mondial d'Innovation)		Avances remboursables/Subventions	PME	✗	✗		✗	✗
BPI-FCPI (Fonds Commun de Placement en Innovation)	Fonds commun	Qualification entreprise innovante	PME, ETI			✗		
BPI-FNI (Fonds National d'Innovation : FISO + PRI)	R&D sociale	Avances remboursables/Prêts	TPE, PME, Associations			✗		
BPI-French Tech	R&D jeunes entreprises	Avances remboursables/Subvention	PE (<1an)			✗		✗
BPI-FUI (Fonds Unique Interministériel)	R&D partenariale/collaborative	Subventions	Consortiums membre des pôles de compétitivité	✗	✗		✗	✗
BPI-PSPC (Projets Structurants Pour la Compétitivité)		Avances remboursables/Subventions	Consortiums	✗	✗		✗	✗
BPI-ISI (Innovation Stratégique Industrielle)		Avances remboursables/Subventions	Consortiums	✗	✗	✗		
BPI-EI - (Eco-industrie)		Avances remboursables/Subventions	PME, ETI, GE & Consortium	✗	✗		✗	
BPI PIPIC- (Prêts à l'industrialisation des projets de R&D issus des pôles de compétitivité)		Prêts	PME, ETI, Consortiums membre des pôles		✗		✗	
ANR-Valorisation (Carnot, SATT, IDEX)	Valorisation & Soutien à l'enseignement supérieur	Labélisation Carnot	Organismes de recherche & Consortiums	✗	✗		✗	✗ (IRT : 90%)
ANR-Soutien enseignement supérieur		Subvention/autres	Organismes de recherche & Consortiums	✗	✗		✗	✗ (ITE : 23%)
DGE-Nano 2017	Soutien aux filières	Avances remboursables/Subventions	PME, ETI, GE	✗		✗		✗
BPI-FIS (Filières Stratégiques)		Avance remboursables/Subventions	PME, ETI, GE & Structures représentatives		✗	✗		
BPI- Filière Aéronautique		Subventions	PME, ETI			✗		
BPI-FSN (Fonds national pour la Société Numérique)		Avance remboursables/Subventions	PME, ETI, GE & Consortiums		✗		✗	✗
BPI-PIAVE (Projets Industriels d'Avenir)		Avance remboursables/Subventions	PME, ETI, GE & Consortiums		✗		✗	✗
ONERA-Soutien à la filière aéronautique		Subventions	PME, ETI, GE		✗			
CNES-Soutien à la filière aérospatiale		Subventions	PME, ETI, GE		✗		✗	
ANR-Filières (AAP nanobiotechnologies, nucléaire)		Subventions/autres	Organismes de recherche & Consortiums		✗		✗	

Lecture : L'encadré rouge correspond aux dispositifs d'aides indirectes, l'encadré bleu aux dispositifs d'aides directes. Certains dispositifs font l'objet d'une agrégation, le détail est disponible en annexe.

Graphique 1 : Nombre de bénéficiaires (en rouge) et montant d'aide en M€ (en noir) des dispositifs par catégorie en 2014



Champ : Ne sont présentés ici que les dispositifs dont les montants décaissés ou contractualisés en 2014 sont non nuls.

Le tableau 2 montre que le nombre d'entreprises est sensiblement différent d'un opérateur à l'autre, mais relativement stable pour un même opérateur entre 2011 et 2016. Plus de 25 000 entreprises bénéficient du CIR en 2014 et près de 10 000 sont membres d'au moins un pôle de compétitivité. Pour la même année, plus de 3 000 entreprises bénéficient d'exonérations au titre des jeunes entreprises innovantes (JEI/JEU) ou universitaires alors que près de 4 000 reçoivent une aide directe de Bpifrance.

Tableau 2 : Nombre d'entreprises aidées par opérateur

Année	CIR (% régime)	Bpifrance (% régime)	JEI-JEU (% régime)	ANR (% régime)	CNES (% régime)	ONERA (% régime)	DGE (NANO 2017) (% régime)	Total (Tot sans CIR)
2011	24 869 (0%)	3 055 (93%)	2 875 (100%)	23 (0%)	487 (0%)	Secret statistique	--	31 309 6440 (88%)
2012	25 108 (0%)	3 447 (93%)	3 009 (100%)	70 (6%)	453 (0%)	36 (0%)	--	32 123 7015 (88%)
2013	26 740 (0%)	3 422 (87%)	3 157 (100%)	74 (15%)	493 (0%)	96 (0%)	8 (100%)	33 990 7250 (84%)
2014	25 721 (0%)	3 853 (85%)	3 343 (100%)	64 (22%)	489 (0%)	86 (0%)	9 (100%)	33 565 7844 (85%)
2015	--	4 261 (86%)	3 496 (100%)	74 (22%)	510 (0%)	113 (0%)	39 (100%)	-- 8493 (85%)
2016	--	4 487 (84%)	3 635 (100%)	90 (22%)	527 (0%)	158 (0%)	47 (100%)	-- 8944 (83%)

Une certaine hétérogénéité caractérise les montants des aides gérées par les différents opérateurs. On distingue deux types d'aides : les aides indirectes (CIR et JEI-JEU), qui représentent près de 6 milliards d'euros par an en moyenne sur la période 2011-2014, et les aides directes, qui représentent entre 1,3 milliard et 2,2 milliards, soit entre 20 et 25 % du total des aides directes et indirectes. Bpifrance joue un rôle très important dans le soutien aux entreprises innovantes et dispose d'un budget total qui représente la moitié du total des aides directes. C'est ce qui explique sa capacité à intervenir dans chacune des étapes du développement des entreprises innovantes. L'autre moitié du total des aides directes est ventilée inégalement entre des opérateurs qui soutiennent la R&D collaborative, comme l'ANR et la DGE avec les pôles de compétitivité, et des opérateurs qui soutiennent l'innovation ciblée de certaines filières comme le CNES et l'ONERA.

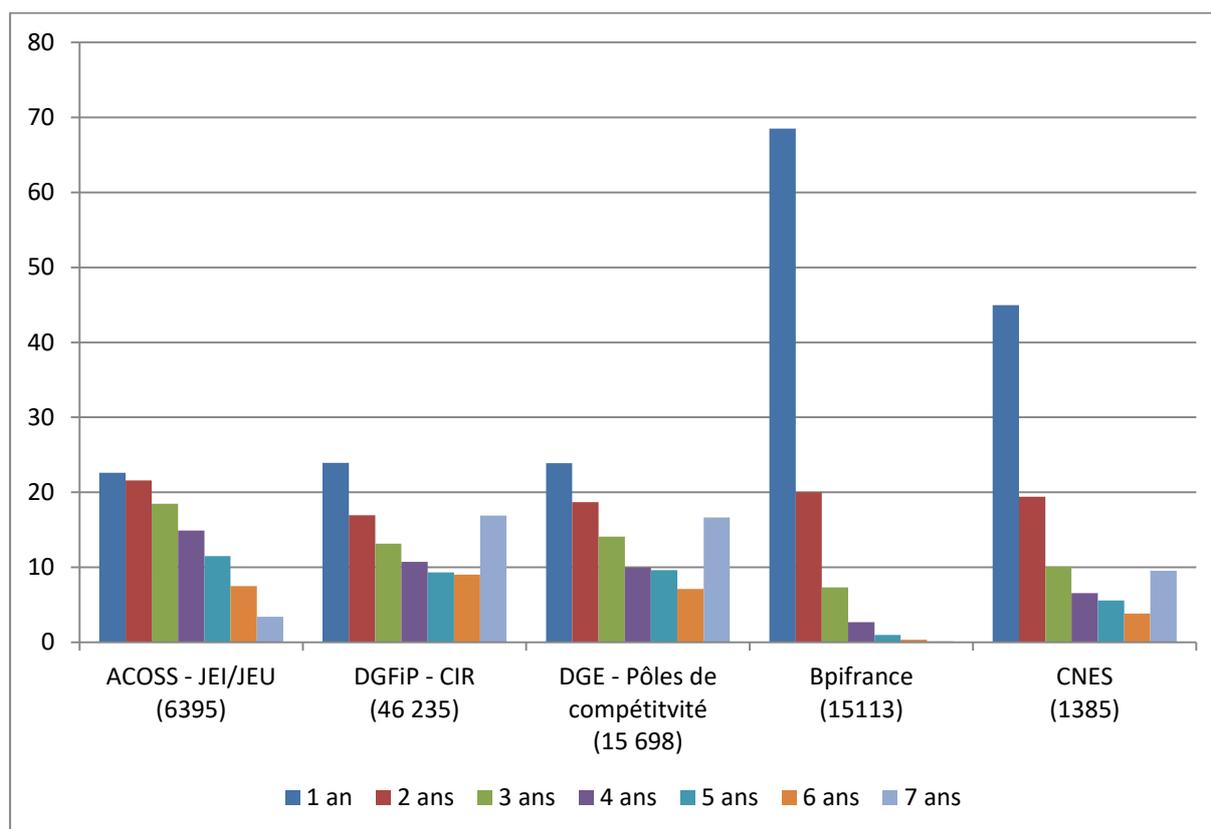
Tableau 3 : Montant des aides par opérateur (en millions d'euros)

Année	CIR (% régime)	Bpifrance ¹ (% régime)	JEI-JEU (% régime)	ANR (% régime)	CNES (% régime)	ONERA (% régime)	DGE (NANO 2017) (% régime)	Total (Tot sans CIR)
2011	5688 (0%)	633 (85%)	98 (100%)	43 (0%)	350 (0%)	Secret statistique	--	6812 1124 (57%)
2012	5976 (0%)	987 (85%)	109 (100%)	290 (13%)	222 (0%)	218 (0%)	--	7802 1826 (54%)
2013	6047 (0%)	996 (79%)	112 (100%)	236 (32%)	193 (0%)	318 (0%)	1 (100%)	7903 1826 (53%)
2014	6120 (0%)	1014 (71%)	144 (100%)	192 (35%)	227 (0%)	376 (0%)	79 (100%)	7903 1856 (56%)
2015	--	1161 (74%)	157 (100%)	191 (29%)	256 (0%)	376 (0%)	124 (100%)	-- 2265 (53%)
2016	--	1134 (73%)	169 (100%)	189 (47%)	344 (0%)	109 (0%)	112 (100%)	-- 2057 (58%)

¹Montant calculé sur la base de toutes les aides dénombrées dans le tableau 1.

La récurrence des aides fait apparaître des différences assez notables entre opérateurs (cf. graphique 2). Le recours aux dispositifs de Bpifrance n'a pas un caractère persistant. De fait, près de 70% des entreprises recevant des aides de Bpifrance n'en bénéficient qu'une seule année. Il en est de même pour les dispositifs de l'ACOSS (JEI/JEU) même si l'absence de récurrence est moins notable. Pour trois autres opérateurs, en l'occurrence DGFIP, DGE et CNES, le profil de la récurrence des aides est quelque peu différent. Ce profil est plutôt en U, indiquant qu'une proportion non négligeable d'entreprises font systématiquement appel à l'un de ces trois opérateurs. Pour le CIR, cela n'a rien d'étonnant puisque les entreprises réalisant des dépenses de R&D peuvent dans le même temps bénéficier du CIR. Pour l'appartenance aux pôles de compétitivité, le résultat obtenu montre un certain ancrage aux pôles puisque près de 18% des entreprises y adhèrent depuis 7 ans. Au niveau du CNES, le profil en U obtenu peut suggérer que les aides s'inscrivent dans des programmes d'innovation de moyen/long terme.

Graphique 2 : Persistance des demandes d'aides auprès du même opérateur (en % du total des bénéficiaires sur la période 2008-2014)



3 - Faisabilité et choix des variables d'intérêt

Pour l'évaluation transverse proposée, le choix des variables d'intérêt est déterminant et doit être envisagé avec beaucoup de soin. Les variables *proxies* de l'innovation à retenir ne font pas toujours l'objet d'un consensus dans la littérature. L'un des candidats le plus naturel est la dépense intérieure de R&D (DIRD), en ne perdant pas de vue qu'il s'agit là d'un intrant de l'innovation. Rappelons à cet égard que dans la 7^{ème} édition du manuel de Frascati (OCDE, 2015) permettant d'identifier les activités de recherche et de développement expérimental, les auteurs insistent sur la nécessité de considérer la DIRD comme un investissement (en capital connaissance). De plus, au vu du champ couvert par cette étude, il est important d'opérer une distinction entre le financement privé (ou autofinancement) de la DIRD par les entreprises, variable qui peut être retenue comme une variable d'intérêt et les aides publiques directes et indirectes. Dans ce cas, il convient de pouvoir évaluer dans quelle mesure les aides publiques ont un impact positif (effet de levier) ou négatif (effet d'éviction) sur le financement privé de la DIRD.

Pour autant, il ne semble pas possible de retenir le financement privé de la DIRD comme variable d'intérêt. La comparaison de la base CIR avec l'enquête R&D met clairement en évidence une sous-estimation du nombre d'entreprises réalisant des activités de R&D si l'on considère la seconde enquête (cf. tableau 3). Ainsi, il apparaît que 25721 entreprises bénéficient du CIR tandis que seulement 10175 déclarent des activités de R&D. Ce faible nombre d'entreprises déclarant faire de la R&D ne devrait pas être un problème en soi, si ce n'est que les entreprises réalisant plus de 400k€ de DIRD sont enquêtées de façon exhaustive tandis que les autres font l'objet d'un sondage. Ces dernières sont enquêtées au moins deux années consécutives et après trois années sont susceptibles d'être remplacées par d'autres entreprises représentatives par secteur et par région. Dans ces conditions, il est difficile de suivre dans le temps, les entreprises réalisant moins de 400 k€ de DIRD par an et par la même de mener une évaluation à partir de données de panel comme nous souhaitons le faire dans cet exercice.

Même si toutes les entreprises ne profitent pas de l'ensemble des dispositifs d'aides existants, un biais de sélection apparaît clairement pour l'identification des entreprises réalisant des activités de R&D.

Tableau 4 : Nombre d'entreprises présentes simultanément dans les différentes bases

2014	Fare	R&D	CIR	Pôles	JEI/JEU	Bpifrance
Fare	835 781	9 241	7 119	2 332	403	163
R&D	9 241	10 175	7 588	2 421	425	168
CIR	21 437	7 588	25 721	5 094	1 089	421
Pôles	7 591	2 746	5 094	9 467	1 208	460
JEI/JEU	2 738	1 091	2 745	1 208	3 343	884
Bpifrance	2 991	1094	2 414	1 374	884	3 853

Lecture : La diagonale principale de la matrice correspond au nombre d'entreprises dans chaque base de données. Les valeurs en-dessous de cette diagonale correspondent au nombre d'entreprises restantes après appariement entre chaque couple de bases de données. Les valeurs situées au-dessus de la diagonale principale correspondent au nombre d'entreprises restantes après appariement entre deux ou plusieurs bases de données. Par exemple, 2 332 entreprises sont présentes simultanément dans les bases Fare, R&D, CIR et Pôles et 163 dans toutes les bases.

On pourrait également utiliser des variables plus directement en lien avec l'extrait de l'innovation en distinguant les innovations de produit et les innovations de procédés. De fait, les enquêtes communautaires CIS fournissent des variables *proxies* satisfaisantes de ces deux types d'innovation. Pour les innovations de produit, on peut utiliser au niveau de chaque entreprise, le pourcentage de chiffre d'affaires de nouveaux produits pour le marché et pour les innovations de procédé, une variable indicatrice est disponible dans l'enquête. Toutefois, nous sommes confrontées à trois obstacles importants.

1) Il n'est pas possible d'utiliser l'enquête CIS2006 car cette vague d'enquête contient beaucoup moins d'observations/entreprises (5179) que les enquêtes suivantes (plus de 15000 en moyenne). De fait pour CIS2006, seules les entreprises manufacturières ont été enquêtées. Dans ces conditions, la durée limitée d'observation ne permet pas de considérer les périodes de pré-traitement des différents dispositifs d'aides publiques analysés.

2) L'enquête est réalisée tous les deux ans, sur des entreprises de plus de 10 salariés en ETP et avec une couverture temporelle des questions de 3 années. Ce dernier point soulève la question du chevauchement de l'information d'une vague d'enquête à l'autre. De fait, ce chevauchement est peu propice à l'utilisation d'un panel d'entreprises suivies dans le temps. Il est donc peu propice à une mesure du cumul des effets des aides à l'innovation dans le temps⁷.

3) Dans les enquêtes CIS, les entreprises de plus de 250 salariés, sont interrogées systématiquement, ce que vérifie bien le tableau 4 puisque les 1349 entreprises qui entre 2008 et 2016, ont toujours un effectif supérieur à ce seuil sont systématiquement enquêtées. De leur côté, les entreprises de plus petite taille sont en plus grand nombre⁸ puisqu'elles représentent tout de même près de 92% de l'ensemble des entreprises enquêtées. Toutefois, près de 80% d'entre-elles ne sont enquêtées qu'une seule fois. Il semble très difficile de considérer l'ensemble des 1413 entreprises enquêtées systématiquement entre 2008 et 2016 (sur un total de 77276) comme un échantillon représentatif de la population des entreprises innovantes en France. Au regard des problèmes de sélections soulevés, il

⁷ Pour illustrer le propos, si l'on considère la variable indicatrice : Vente de biens ou de services sur le marché local/régional en France entre l'année t et t+2, celle-ci partage de l'information entre deux vagues d'enquête successives.

⁸ Elles sont enquêtées selon un plan de sondage stratifié par activité, tranche d'effectif et zone de principale implantation des entreprises. Ces entreprises sont les plus nombreuses.

paraît hasardeux d'établir des comparaisons de situations avant et après traitement et de pouvoir mesurer les effets cumulés des aides publiques à l'innovation en s'appuyant sur l'enquête CIS.

Tableau 5 : Nombre d'entreprises par fréquence de présence et fréquence de taille (+ ou - 250 salariés) dans l'enquête innovation (CIS2008-CIS2016)

Nombre de fois où une entreprise donnée a plus de 250 salariés
(censée être enquêtée de façon exhaustive)

		0	1	2	3	4	5	Total
Nombre de fois où une entreprise apparaît dans CIS	1	56110 72,61%	1109 1,44%	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%	57219 74,04%
	2	12643 16,36%	314 0,41%	970 1,26%	0 0,00%	0 0,00%	0 0,00%	13927 18,02%
	3	2103 2,72%	96 0,12%	180 0,23%	935 1,21%	0 0,00%	0 0,00%	3314 4,29%
	4	176 0,23%	21 0,03%	41 0,05%	103 0,13%	1062 1,37%	0 0,00%	1403 1,82%
	5	13 0,02%	1 0,00%	4 0,01%	2 0,00%	44 0,06%	1349 1,75%	1413 1,83%
	Total	71045 91,94%	1541 1,99%	1195 1,55%	1040 1,35%	1106 1,43%	1349 1,75%	77276 100%

Lecture : 1 349 entreprises recensées cinq fois comme des entreprises de plus de 250 salariés sont apparues dans les cinq vagues d'enquêtes (2008, 2010, 2012, 2014 et 2016) alors que seules 44 entreprises recensées quatre fois comme des entreprises de plus de 250 salariés sont apparues dans les cinq vagues d'enquêtes.

Pour pallier les limites énoncées, nous proposons trois variables d'intérêt. Les effectifs affectés aux activités de R&D (cadres et techniciens), les brevets délivrés en France et la productivité totale des facteurs (PTF). La première variable est une variable d'intrant de l'innovation. Elle peut être construite à partir des DADS dans la combinaison poste/établissement. On dispose ici des codes SIRET des établissements. Pour la seconde variable d'intérêt, les informations sur les brevets déposés en France, sont tirées des données exhaustives produites par l'INPI sur la période 1999-2016. La critique souvent adressée aux brevets est que toutes les entreprises n'utilisent pas cette stratégie pour protéger leurs innovations. Elles peuvent préférer le secret pour protéger leurs innovations. Si l'on se réfère à l'année 2017, on constate que 2706 entreprises ont déposé au moins une demande de brevet publiée à l'INPI (1576 PME, 345 ETI et 413 grandes entreprises) (Fortune and Chion, 2019) alors que nous identifions plus de 20000 entreprises déclarant du CIR (cf. tableau 4). De fait, même si les données de l'INPI sont exhaustives au sens où elles recensent toutes les entreprises ayant déposé des brevets, il apparaît assez clairement qu'elles ne recouvrent pas toute l'activité d'innovation, une part significative d'entreprises utilisant le secret pour se protéger de la concurrence. Pour essayer de dépasser cette limite nous proposons donc une troisième variable d'intérêt de l'innovation, à savoir la productivité totale des facteurs (PTF)⁹. De nombreux travaux, ont pu montrer le lien étroit existant entre l'activité d'innovation et la PTF (Atella and Quintieri, 2001 ; Ben Hassine et al., 2017). Cette variable proxy présente l'intérêt de considérer des entreprises qui n'innovent pas systématiquement, qui ne sont pas enquêtées ou qui ne déclarent pas innover. La PTF présente également l'intérêt d'être une variable

⁹ Cette mesure de la performance des firmes est construite à partir de l'estimation de fonction de production. Pour estimer des fonctions de production par secteur pour tenir compte de possibles différences de technologie, nous utilisons des méthodes d'identification basées sur des modèles structurels (Levinsohn and Petrin, 2003 ; Akerberg et al., 2015)

plus proche du marché que les deux autres variables d'intérêt car elle est une partie constituante de la valeur ajoutée des entreprises.

En fonction de l'une des trois variables d'intérêt utilisées, l'échantillon sur lequel va reposer les estimations sera différent. Pour l'effectif de R&D, l'échantillon considéré sera celui des entreprises pour lesquelles cet effectif est strictement positif. Ainsi, pour pouvoir appliquer une estimation en différence de différences, on pourra considérer comme groupe de contrôle des entreprises qui ont un effectif de R&D positif, mais qui ne reçoivent aucune aide publique directe ou indirecte. Dans le cas de la variable d'intérêt « nombre de brevets déposés », le même principe s'appliquera. Le groupe de contrôle, qui risque d'être assez réduit, sera ici formé des entreprises qui innovent mais qui ne reçoivent aucune aide publique. Pour la troisième variable d'intérêt que représente la PTF, l'échantillon utilisé sera a priori beaucoup plus large (et quasi exhaustif) car on sera capable de calculer une PTF même pour les entreprises qui ne sont pas enquêtées ou qui ne déclarent pas faire d'innovation. Les entreprises du groupe de contrôle seront celles qui ne reçoivent aucune aide publique. Pour que la méthode de différence de différences soit opérante, il est nécessaire de disposer d'années antérieures à l'existence de chaque aide. À l'exception de 3 des 16 dispositifs portés par Bpifrance et du CIR créé en 1983, les différents dispositifs considérés dans cette étude ont été mis en place après 2000. Nos échantillons sont par conséquent constitués d'entreprises qui peuvent être observées sur toute ou partie de la période 1999-2016. On peut donc faire coexister dans notre échantillon des entreprises pérennes et des entreprises non pérennes. Il est difficile de retenir des années antérieures à 1999, car cela créerait trop de ruptures dans les séries statistiques. Notons que la présence du CIR sur l'ensemble de la période d'observation ne devrait pas remettre en cause la démarche car en 2008, ce dispositif a connu une refonte majeure. Le CIR n'a plus été calculé sur les accroissements de dépenses de R&D mais sur les montants annuels¹⁰. Ce changement de calcul a augmenté de façon substantielle le nombre d'entreprises bénéficiant du CIR (9 600 entreprises déclarantes en 2007 et 18 000 en 2010). Les effets du CIR sur l'innovation des entreprises peuvent donc être évalués à partir de la rupture de 2008.

Au vu de la période d'étude considérée, nous allons considérer un panel non cylindré intégrant non seulement les entreprises pérennes mais également les entreprises qui au cours de la période cessent leur activité. En prenant dans notre échantillon, les entreprises non pérennes, nous voulons limiter le biais d'attrition qui pourrait impacter les effets du *policy mix* sur les variables d'intérêt.

4 - Méthodologie

Pour estimer les effets du *policy mix* des aides à la RDI après leur mise en œuvre, nous proposons une évaluation économétrique *ex post*, comme recommandé par la Commission européenne. Il s'agit donc de comparer des entreprises bénéficiant de l'aide publique que l'on souhaite évaluer avec des entreprises n'en bénéficiant pas. Une attention toute particulière doit être accordée à l'hétérogénéité des populations étudiées en lien avec la question des biais de sélection. Le recours à une subvention ou à un crédit d'impôt est une décision qui repose pour les entreprises sur un choix individuel. Cette décision ne peut être indépendante de la façon dont chaque entreprise évalue les conséquences de ses choix. Si cette caractéristique individuelle n'est pas prise en compte, un biais de sélection est introduit dans les estimations des effets causaux de l'intervention publique conduisant à des résultats erronés pour l'évaluation *ex post*. La difficulté est d'autant plus grande que l'approche retenue ici est athéorique, avec des spécifications à tester en forme réduite, c'est-à-dire sans *a priori* sur les canaux à travers lesquels jouent les politiques¹¹. L'identification des effets causaux des politiques nécessite de pouvoir contrôler au mieux les caractéristiques observables et inobservables des entreprises.

¹⁰ Le CIR est égal à 30 % des dépenses de R&D lorsque celles-ci sont inférieures ou égales à 100 millions d'euros, et à 5 % au-delà.

¹¹ Une autre approche de l'évaluation existe. Il s'agit de l'approche structurelle qui est fondée sur des modèles théoriques spécifiant les règles de comportement individuel et, si possible, les interactions entre ces comportements (Roux, 2015).

L'évaluation des effets du *policy mix* porte sur les changements dans les activités d'entreprises qui réalisent de la RDI. Il ne s'agit pas ici d'évaluer les effets du *policy mix* sur la décision (optimale) d'entreprendre de la RDI, même si dans ce domaine les effets peuvent être notables (Arqué-Castells et Mohnen, 2015).

Même si la littérature propose aujourd'hui de nombreuses méthodes économétriques de l'évaluation (Imbens and Wooldridge, 2009 ; Givord, 2014), toutes ne sont pas adaptées pour l'évaluation des effets d'un *policy mix* tel qu'il est envisagé dans cette étude. Le choix de la méthode d'évaluation la plus appropriée nous conduit à estimer un modèle à effets fixes sur données de panel. La dimension temporelle de notre échantillon (1999-2016) nous permet d'adopter une stratégie d'identification par la méthode de différences de différences tout en contrôlant l'hétérogénéité inobservée invariante au cours de la période d'observation (Klette and Moen, 2012). L'équation d'évaluation à estimer peut être exprimée sous la forme suivante :

$$Outcome_{it} = f_i + \sum_k \alpha_k Aide_{kit} + \sum_k \sum_{l, l \neq k} \dots \sum_{p, p \neq k, p \neq l} \gamma_{kl...p} Aide_{kit} \times Aide_{lit} \dots \times Aide_{pit} + CONTROLE \times \beta + \varepsilon_{it}$$

où la variable d'intérêt ($Outcome_{it}$) est mesurée pour chaque entreprise i à l'année t , f_i est un effet individuel fixe dans le temps, $Aide_{kit}$ une indicatrice k qui vaut 1 si l'entreprise i bénéficie de l'aide k à l'année t , $Aide_k \times Aide_l \dots \times Aide_p$ un produit d'indicatrices pour prendre en compte l'effet d'un cumul d'aides et $CONTROLE$ un vecteur de variables (observables) pour contrôler avec les effets fixes (inobservables) qu'en l'absence de traitement, les entreprises traitées auraient une trajectoire parallèle à celles des non traitées, hypothèse d'identification centrale dans la méthode de différences de différences. Les paramètres d'intérêt à estimer sont les α_k et les $\gamma_{kl...p}$. Les α_k mesurent l'effet moyen d'une aide donnée sur la variable d'intérêt pour les entreprises traitées, toutes choses égales par ailleurs, et les $\gamma_{kl...p}$ rendent compte d'un effet de cumul des aides, prises deux à deux, trois à trois, etc.

Cette approche de différences de différences généralisée permet, au travers des effets fixes, de contrôler du biais de sélection qui résulte de caractéristiques inobservables invariantes au cours de la période d'observation des entreprises (Henningsen et al., 2015). Toutefois, tous les facteurs qui peuvent induire un biais de sélection ne sont pas nécessairement invariants dans le temps. Les firmes peuvent proposer des projets de qualité hétérogène au cours du temps ou adopter des stratégies différentes pour leurs demandes d'aides directes et indirectes à la RDI. De plus, les comités allouant les aides peuvent changer de composition ou de modalité de sélection au cours du temps. Pour contrôler ce biais de sélection « résiduel », il convient de proposer un modèle à la Heckman composé d'une équation de sélection et d'une équation d'intérêt/d'évaluation. L'équation de sélection (modèle à choix binaire) permet de déterminer la probabilité qu'une entreprise donnée bénéficie d'une aide. L'estimation de cette équation fournit un inverse du ratio de Mills (mesure du risque de non-sélection) qui, introduit dans l'équation d'intérêt/d'évaluation présentée ci-dessus, permet de contrôler du biais de sélection. Hussinger (2008) et Huergo and Moreno (2014) ont appliqué le modèle d'Heckman pour l'ensemble des aides publiques reçues par les entreprises sur leurs dépenses de R&D. Notre analyse concerne les effets du *policy mix* des aides à la R&DI. Il convient donc de pouvoir généraliser l'approche de Heckman en considérant un modèle polytomique non ordonné pour l'équation de sélection¹². Au vu des 7 opérateurs retenus pour l'analyse empirique, qui proposent 27 dispositifs, il

¹² Plus précisément, nous considérerons un modèle logit multinomial qui présente l'intérêt de bien contrôler le biais de sélection au niveau de l'équation d'évaluation même si les résidus de l'équation de sélection ne vérifient pas les hypothèses d'indépendance et de symétrie des distributions (Bourguignon et al., 2007).

n'est pas possible de considérer toutes les combinaisons de dispositifs possibles. Suivant Dumont (2017), nous nous proposons (pour le moment) de répartir les entreprises de l'échantillon selon les quatre modalités suivantes :

- 1) Les entreprises ne recevant aucune aide à la RDI et constituant le groupe de contrôle (contrefactuel) ;
- 2) Les entreprises recevant une aide directe sans recevoir une aide indirecte ;
- 3) Les entreprises ne recevant pas d'aide directe et recevant une aide indirecte ;
- 4) Les entreprises recevant à la fois une aide directe et une aide indirecte.

Pour estimer la probabilité qu'une entreprise donnée ait, une année donnée, l'une des quatre modalités énoncées ci-dessus, un modèle *logit* multinomial sur données de panel doit être estimé. Il est alors possible de déduire les inverses des ratios de Mills associés aux modalités où les entreprises bénéficient d'aides directes et/ou indirectes. Ces ratios estimés sont alors introduits dans l'équation d'intérêt/d'évaluation. Pour ce qui concerne les covariables à introduire dans le modèle *logit* multinomial, on peut reprendre les facteurs utilisés dans la littérature pour expliquer la probabilité de recevoir des aides à la RDI (Takalo et al., 2012; Huergo and Moreno, 2014), sachant qu'ils peuvent être utilisés comme variables de contrôle dans l'équation d'intérêt/d'évaluation. Toutefois, pour éviter un problème de multicollinéarité entre les inverses de ratio de Mills et les variables de contrôle présentes dans l'équation d'intérêt/d'évaluation, il convient de pouvoir considérer une ou plusieurs variables d'exclusion uniquement présentes dans l'équation de sélection. Ainsi, Takalo et al. (2012) propose comme variable d'exclusion une indicatrice pour les PME (entreprises de moins de 250 employés) d'exclusion au motif qu'il existe des mesures d'aides spécifiques aux PME. Dumont (2017) considère également comme variable d'exclusion le montant des aides directes et indirectes reçues les années antérieures.

Dans l'analyse empirique réalisée, il nous paraît important de considérer l'effet d'obtention de l'aide mais aussi l'effet de son intensité. En effet, le montant de la subvention attribué à une entreprise donnée peut être un facteur déterminant dans la réussite de son projet d'innovation, notamment lorsque celui-ci nécessite une infrastructure lourde et onéreuse ou un capital humain très spécifique. La prise en compte de l'intensité de l'aide est donc d'autant plus importante dans le cadre de cette étude que l'hétérogénéité des montants est forte, à la fois entre aides directes et aides indirectes, mais aussi entre les différents dispositifs au sein de chaque type d'aide. À la suite de Dumont (2017), pour mesurer les effets de l'intensité des aides, on peut envisager d'introduire à la place des variables indicatrices $Aide_{kit}$, les montant d'aide obtenues chaque année par chaque entreprise, mais également les sommes cumulées pour plusieurs aides en remplacement des produits d'indicatrices $Aide_k \times Aide_l \dots \times Aide_p$.

5 - Discussion méthodologique

L'analyse dite transversale que nous proposons consiste à considérer les effets du *policy mix* des principaux instruments d'aides directe et indirecte mis en place en France au niveau national¹³ sur l'innovation des entreprises. Plutôt que de considérer l'agrégation de l'ensemble des aides, nous préférons cette approche de *policy mix* pour pouvoir évaluer les effets des interactions entre aides. Il convient ici d'être attentif à la (quasi) exhaustivité des aides considérées pour éviter une possible endogénéité due à la non-prise en compte de variables omises, qui peut biaiser les résultats obtenus sur les effets des aides. En estimant séparément les effets de chaque aide (ou de sous-ensembles d'aides), les aides non prises en compte peuvent être vues comme des « traitements cachés » présents dans le terme d'erreur et susceptibles d'être à la fois corrélés avec la variable d'intérêt et les variables

¹³ Il est important de rappeler qu'il existe aussi des aides régionales à l'innovation dont l'importance est non négligeable (près de 1 milliard d'euros en 2015, (Harfi et al., 2016). Toutefois, le manque de données précises sur le sujet ne permet de couvrir ce champ dans l'analyse réalisée.

explicatives (les aides considérées) (Guerzoni and Raiteri, 2015). Les effets estimés de chaque aide sur la variable d'intérêt peuvent alors être surestimés ou sous-estimés, ce qui rend l'évaluation *ex post* peu convaincante.

Généralement, dans les études observationnelles, l'exposition aux traitements n'est pas aléatoire. Les sujets traités ne sont pas tirés au hasard, puisque leurs caractéristiques jouent un rôle déterminant dans leur sélection. C'est particulièrement le cas dans le cadre de cette étude, où le traitement correspond aux aides à l'innovation à destination des entreprises, qui en bénéficient en fonction d'un certain nombre de caractéristiques individuelles, généralement observables par les opérateurs et les agences chargées de sélectionner les « bons » candidats mais non observables (dans la plupart des cas, sinon indirectement) par l'évaluateur. Cette asymétrie d'information sur les caractéristiques observables des entreprises est source de biais de sélection dès lors qu'il s'agit d'estimer les effets d'une politique publique sur une population cible. Dans notre cas, les méthodes standards basées sur la construction d'un contrefactuel nécessitent de contrôler de ce biais pour permettre une expérience naturelle.

Dans le cadre de cette étude, l'implémentation d'une telle expérience à partir de données individuelles d'entreprises n'est pas chose aisée, elle se heurte, en plus du potentiel biais mentionné précédemment, à d'autres types de biais liés en particulier au rôle joué par les agences publiques dans la sélection des entreprises « gagnantes » (*picking the winner strategy*). Ces agences dictent les règles d'accès aux aides, en fonction de caractéristiques comme l'expérience en matière de demande d'aides à l'innovation, la qualité des projets à financer ou aussi leur degré d'implication dans des réseaux d'innovation.

L'autosélection opérée par les entreprises elles-mêmes est aussi source de biais. La panoplie des dispositifs d'aide disponibles (une soixantaine selon le rapport de la CNEPI, 2016), pour lesquelles les entreprises sont éligibles en fonction de leur taille et de leur appartenance sectorielle ou de leur âge, est aussi source de biais d'autosélection. L'offre disponible d'aides à l'innovation (directes et indirectes) est un élément déterminant dans la décision d'investissement en R&D par les entreprises. Si les aides ne leurs sont pas assignées aléatoirement, elles ont elles-mêmes à choisir parmi les aides auxquelles elles peuvent prétendre.

L'inférence causale des méthodes standards d'évaluation de politiques publiques dépend de l'hypothèse d'indépendance conditionnelle. Elle postule que, conditionnellement aux variables observables individuelles, l'affectation du traitement est aléatoire. Dans ce cas, le biais de sélection peut être contrôlé et l'interprétation causale peut être justifiée. Pour autant, la vérification de cette hypothèse ne règle qu'une partie des problèmes. L'hétérogénéité inobservée, qui correspond à des comportements spécifiques aux entreprises dont les observables ne rendent pas compte ou de façon très partielle, peut avoir un impact différencié sur les groupes des traités et des non traités. De fait, rien ne dit que l'hétérogénéité inobservée n'intervient pas dans l'affectation du traitement.

Dans notre cas, les méthodes d'appariement basées sur l'identification d'un contrefactuel ne sont pas adaptées pour au moins deux raisons. Premièrement, l'analyse du *policy mix* des aides à la RDI conduit à un échantillon dans lequel les entreprises peuvent bénéficier de plusieurs subventions la même année émanant de six opérateurs différents, qui eux-mêmes proposent souvent plusieurs dispositifs. Une évaluation des dispositifs deux à deux à partir d'une généralisation de la méthode de l'appariement au multitraitements (Lechner, 2002) n'est pas ici envisageable. En effet, il n'est pas possible de mesurer avec précision l'effet global du *policy mix* des aides à la RDI, ni l'effet marginal du bénéfice d'une aide supplémentaire conditionnellement au fait que l'entreprise bénéficie déjà de « n » aides, obtenues précédemment ou au cours de la même année. Ceci résulte du fait que les entreprises du contrefactuel utilisées pour réaliser les différents appariements peuvent être différentes (Guerzoni and Raiteri, 2015).

De plus, la méthode proposée par Lechner (2002) est assez complexe à mettre en œuvre ici. Supposons qu'il existe 10 dispositifs d'aides, il sera alors nécessaire de considérer 45 combinaisons (36 si nous ne tenons pas compte de l'ordre temporel d'attribution des subventions) différentes. Deuxièmement, cela suggérerait la constitution d'un groupe contrefactuel à chaque couple de dispositifs. Sachant que les

dispositifs peuvent être de natures très différentes, l'hypothèse d'indépendance conditionnelle risque de ne pas être satisfaite, puisque, pour chaque couple de dispositifs, il faudrait trouver les variables qui permettent d'expliquer la raison pour laquelle une entreprise demande une aide à un opérateur donné sans en demander à un autre. Si cette hypothèse d'indépendance conditionnelle est très difficilement vérifiable, nous courons le risque d'introduire un biais dans l'estimation des effets de chaque dispositif.

Les différentes contraintes imposées dans l'estimation des effets du *policy mix* des aides à la RDI, nous conduisent à proposer un modèle à effets fixes sur données de panel tout en contrôlant par une approche à la Heckman en deux étapes un possible biais de sélection remettant en question l'hypothèse d'indépendance entre les variables d'intérêt et l'affectation du traitement. Une approche complémentaire peut être envisagée pour contrôler d'un tel biais. Il s'agit de considérer non seulement un effet spécifique individuel fixe dans le temps comme nous l'avons fait jusqu'à présent, mais également une tendance individuelle (Heckman and Hotz, 1989 ; Polachek and Moon-Kak Kim, 1994).

$$Outcome_{it} = f_i + f_i Trend_t + \sum_k \alpha_k Aide_{kit} + \sum_k \sum_{l, l \neq k} \dots \sum_{p, p \neq k, p \neq l} \gamma_{kl\dots p} Aide_{kit} \times Aide_{lit} \dots \times Aide_{pit} + CONTROLE \times \beta + \varepsilon_{it}$$

où $f_i Trend_t$ rend compte de la tendance individuelle. Cette modélisation à effet fixe et à tendance individuelle permet de contrôler le biais de sélection qui résulte à la fois des éléments invariants au cours de la période d'observation des procédures de sélection (effets fixes) et des changements intervenus sur ces mêmes procédures au cours du temps (tendance individuelle). Pour estimer ce modèle, on peut le réécrire en différences premières pour éliminer les effets fixes individuels, la tendance individuelle devenant alors un effet fixe. L'estimation peut s'opérer en appliquant l'estimateur *within* au modèle en différences premières (Wooldridge, 2011). Pour cette raison, ce dernier modèle est qualifié de modèle en triple différence. Dans l'absolu, l'estimation du modèle en triple différence nécessite au moins trois années consécutives. Toutefois, pour éviter des problèmes de multicollinéarité entre effets fixes et tendances individuelles, mais aussi pour contrôler les évolutions spécifiques des entreprises traitées et non traitées, il est important que la dimension temporelle de l'échantillon soit suffisamment importante¹⁴. Les entreprises de notre échantillon sont observées sur la période 1999-2016, soit 18 années. On peut donc considérer qu'il y a peu de risques de multicollinéarité entre effets fixes et tendances individuelles et que le contrôle d'évolutions spécifiques aux entreprises est effectif. La question se pose alors de savoir si l'introduction de tendances individuelles conduit à contrôler la totalité du biais de sélection relatif à l'hypothèse d'indépendance des variables d'intérêt à l'affectation du traitement ou, s'il est au contraire nécessaire de maintenir les inverses de ratios de Mills dans l'équation d'intérêt/d'évaluation (Gilles et al., 2018). Des tests de robustesse seront réalisés en comparant des estimations en triple différence avec et sans les inverses des ratios de Mills.

¹⁴ Les travaux réalisés dans les années 90 et utilisant cette méthode d'identification disposaient de périodes d'observation de longueur variable : 8 années pour Heckman and Hotz (1989) ; 9 années pour Papke (1994) ; 20 années pour Hoxby (1996) ; 21 ans pour Friedberg (1998).

6 - Bibliographie

- Akerberg, D.A., Caves, K., Frazer, G., 2015. Identification Properties of Recent Production Function Estimators. *Econometrica* 83, 2411–2451. <https://doi.org/10.3982/ECTA13408>
- Arqué-Castells, P., Mohnen, P., 2015. Sunk Costs, Extensive R&D Subsidies and Permanent Inducement Effects. *J. Ind. Econ.* 63, 458–494. <https://doi.org/10.1111/joie.12078>
- Atella, V., Quintieri, B., 2001. Do R&D expenditures really matter for TFP? *Appl. Econ.* 33, 1385–1389. <https://doi.org/10.1080/00036840010007939>
- Ben Hassine, H., Boudier, F., Mathieu, C., 2017. The two ways of FDI R&D spillovers: evidence from the French manufacturing industry. *Appl. Econ.* 49, 2395–2408. <https://doi.org/10.1080/00036846.2016.1240345>
- Bourguignon, F., Fournier, M., Gurgand, M., 2007. Selection Bias Corrections Based on the Multinomial Logit Model: Monte Carlo Comparisons. *J. Econ. Surv.* 21, 174–205. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6419.2007.00503.x>
- Dumont, M., 2017. Assessing the policy mix of public support to business R&D. *Res. Policy* 46, 1851–1862. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.09.001>
- Fortune, E., Chion, M., 2019. Entreprises Privées déposantes de brevets en 2017.
- Friedberg, L., 1998. Did Unilateral Divorce Raise Divorce Rates? Evidence from Panel Data. *Am. Econ. Rev.* 88, 608–627.
- Gilles, F., L’Horty, Y., Mihoubi, F., Yang, X., 2018. Les effets du CICE : une évaluation ex post. *Econ. Previs.* n° 214, 1–36.
- Givord, P., 2014. Méthodes économétriques pour l’évaluation de politiques publiques. *Économie Prévision* 204, 1–28. <https://doi.org/10.3406/ecop.2014.8141>
- Guerzoni, M., Raiteri, E., 2015. Demand-side vs. supply-side technology policies: Hidden treatment and new empirical evidence on the policy mix. *Res. Policy* 44, 726–747. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.10.009>
- Harfi, M., Lallemand, R., Pisani-Ferry, J., 2016. Quinze ans de politiques d’innovation en France, CNEPI. France Stratégie.
- Heckman, J.J., Hotz, V.J., 1989. Choosing Among Alternative Nonexperimental Methods for Estimating the Impact of Social Programs: The Case of Manpower Training. *J. Am. Stat. Assoc.* 84, 862–874. <https://doi.org/10.2307/2290059>
- Henningsen, M.S., Hægeland, T., Møen, J., 2015. Estimating the additionality of R&D subsidies using proposal evaluation data to control for research intentions. *J. Technol. Transf.* 40, 227–251. <https://doi.org/10.1007/s10961-014-9337-z>
- Hoxby, C.M., 1996. How Teachers’ Unions Affect Education Production. *Q. J. Econ.* 111, 671–718. <https://doi.org/10.2307/2946669>
- Huergo, E., Moreno, L., 2014. National or international public funding? Subsidies or loans? Evaluating the innovation impact of R&D support programmes [WWW Document]. URL <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/54218/> (accessed 6.25.19).
- Hussinger, K., 2008. R&D and subsidies at the firm level: an application of parametric and semiparametric two-step selection models. *J. Appl. Econom.* 23, 729–747. <https://doi.org/10.1002/jae.1016>
- Imbens, G.W., Wooldridge, J.M., 2009. Recent Developments in the Econometrics of Program Evaluation. *J. Econ. Lit.* 47, 5–86. <https://doi.org/10.1257/jel.47.1.5>
- Klette, T.J., Moen, J., 2012. R&D investment responses to R&D subsidies: a theoretical analysis and a microeconomic study. *World Rev. Sci. Technol. Sustain. Dev.* 9, 169. <https://doi.org/10.1504/WRSTSD.2012.047687>
- Lechner, M., 2002. Program Heterogeneity and Propensity Score Matching: An Application to the Evaluation of Active Labor Market Policies. *Rev. Econ. Stat.* 84, 205–220. <https://doi.org/10.1162/003465302317411488>
- Levinsohn, J., Petrin, A., 2003. Estimating Production Functions Using Inputs to Control for Unobservables. *Rev. Econ. Stud.* 70, 317–341. <https://doi.org/10.1111/1467-937X.00246>
- Papke, L.E., 1994. Tax policy and urban development: Evidence from the Indiana enterprise zone program. *J. Public Econ.* 54, 37–49. [https://doi.org/10.1016/0047-2727\(94\)90069-8](https://doi.org/10.1016/0047-2727(94)90069-8)

- Polachek, S.W., Moon-Kak Kim, S.W., 1994. Panel estimates of the gender earnings gap: Individual-specific intercept and individual-specific slope models. *J. Econom.* 61, 23–42. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)90075-2](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)90075-2)
- Roux, S., 2015. Approches structurelles et non structurelles en micro-économétrie de l'évaluation des politiques publiques. *Rev. Francaise Econ.* Volume XXX, 13–65.
- Takalo, T., Tanayama, T., Toivanen, O., 2012. Estimating the Benefits of Targeted R&D Subsidies. *Rev. Econ. Stat.* 95, 255–272. https://doi.org/10.1162/REST_a_00280
- Wooldridge, J.M., 2011. *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data, Second Edition* [WWW Document]. MIT Press. URL <https://mitpress.mit.edu/books/econometric-analysis-cross-section-and-panel-data-second-edition> (accessed 7.9.19).

7 - Annexes

Annexe 1 : Détail des dispositifs ACOSS

ACOSS					
Dispositif	Création	Opérations cibles	Financement	Eligibilité	Accès
Jeune Entreprise Innovante (JEI)	2004	Recherche appliquée, recherche fondamentale, développement expérimental	Exonération d'IS (1er bénéfice = 100% ; 2ème = 50%) ; Exonération de cotisations sociales (100%, double plafond : salaires < 4,5 SMIC, <= 5 fois plafond annuel de la sécurité sociale/établissement)	PME < 8 ans, consacrant au moins 15% de ses charges à de la R&D	Déclaration auprès des services fiscaux
Jeune Entreprise Universitaire (JEU)	2009	Recherche fondamentale, recherche appliquée, développement expérimental, valorisation des travaux de recherche d'un établissement d'enseignement supérieur	Exonération d'IS (1er bénéfice = 100% ; 2ème = 50%) ; Exonération de cotisations sociales (100%, double plafond : salaires < 4,5 SMIC, <= 5 fois plafond annuel de la sécurité sociale/établissement)	PME < 8 ans, appartenant à au moins 10% à des étudiants ou jeunes diplômés (< 5 ans) ou enseignant chercheur, ayant signé une convention avec un établissement d'enseignement supérieur	Déclaration auprès des services fiscaux

Annexe 2 : Détail des dispositifs de l'ANR

ANR						
Catégorie d'agrégation	Dispositif	Création	Opérations cibles	Financement	Eligibilité	Accès
ANR-Filières	Bio-informatique	2010	Répondre aux grands enjeux scientifiques et techniques dans le domaine de la biologie et de l'environnement par la modélisation informatique	Intervention sous forme d'aide non remboursable.	Organismes de recherche ou consortia d'entreprises et d'organismes de recherche	Appels à projets
	Biotech-bioressources	2010	Projets de recherche collaborative dans le domaine des biotechnologies et de valorisation des bioressources	Intervention sous forme d'aide non remboursable.	Organismes de recherche ou consortia d'entreprises et d'organismes de recherche	Appels à projets
	Démonstrateurs préindustriels	2011	Financer la création de prototypes et de démonstrateurs pré-industriels	Intervention sous forme d'aide non remboursable.	Organismes de recherche ou consortia d'entreprises et d'organismes de recherche	Appels à projets
	Infrastructures nationales de biologie et santé	2011	Développement d'infrastructure d'envergure nationale en biologie et santé.	Intervention sous forme d'aide non remboursable.	Organismes de recherche ou consortia d'entreprises et d'organismes de recherche	Appels à projets
	Sûreté Nucléaire	2012	Recherche fondamentale, recherche appliquée, Développement expérimental /	Intervention sous forme d'aide non remboursable.	Organismes de recherche ou consortia d'entreprises et d'organismes de recherche	Appels à projets

			infrastructures & plateformes de recherche collaboratives.			
	Nanobiotechnologies	2010	Financement de projets de recherche collaborative valorisant un des domaines d'actions retenus.	Intervention sous forme d'aide non remboursable.	Organismes de recherche ou consortia d'entreprises et d'organismes de recherche	Appels à projets
ANR-Soutien à l'enseignement supérieur	Campus I.A / Développement d'université numérique expérimentale	2016	Accélérer le développement de projets de recherche de transformation numérique déjà en cours.	Intervention sous forme d'aide non remboursable.	Organismes de recherche ou consortia d'entreprises et d'organismes de recherche	Appels à projets
	Equipements d'Excellence (EQUIPEX)	2010	Financement d'équipements scientifiques de haut-niveau compris dont le coût est compris entre 1 et 20 millions d'euros.	Intervention sous forme d'aide non remboursable : Une première tranche est versée pour financer l'investissement, Une deuxième tranche pour financer les frais de fonctionnement	Unités de recherche ou regroupements d'unités au sein d'établissement d'enseignement supérieur/publics de recherche ; Consortia d'entreprises et d'organismes de recherche	Appels à projets
	Internats d'Excellences	2010	Création extension et revitalisation d'internats d'excellence sur le territoire national.	Intervention sous forme d'aide non remboursable.	Organismes de recherche et d'enseignement	Appels à projets
	Instituts Hospitalo-Universitaire	2010	Financement de pôles d'excellence de recherche hospitalo-universitaire sur le	Intervention sous forme d'aide non remboursable.	Organismes de recherche ou consortia d'entreprises et d'organismes de	Appels à projets

		territoire français.		recherche	
Initiatives d'Excellence (IDEX)	2010	Financement de pôles d'excellence de recherche sur le territoire français.	Intervention sous forme d'aide non remboursable.	Universités, organismes de recherches, consortia d'organismes de recherches et d'entreprises	Appels à projets
Instituts d'Excellence dans le domaine des Energies Decarbonnées / Instituts pour la Transformation Energétique	2010	Financement de campus d'excellence dans le domaine énergétique et climatique. Travaux de recherche fondamentale et de développement expérimental.	Intervention sous forme d'aide non remboursable.	Universités, organismes de recherches, consortia d'organismes de recherches et d'entreprises	Appels à projets
Laboratoires d'Excellence (LABEX)	2010	Financement de projets de recherche d'excellence afin de renforcer l'attractivité et la renommée des laboratoires de recherche sur le territoire français.	Intervention sous forme d'aide non remboursable.	Entités/réseaux thématiques de recherche de très grande qualité scientifique.	Appels à projets
Plateau de Saclay	2010	Constituer l'un des meilleurs centres nationaux de recherche et d'innovation par le regroupement d'acteurs sur le site de Saclay	Intervention sous forme d'aide non remboursable.	Organismes de recherche de recherche de très grande qualité scientifique / Etablissements d'enseignement supérieurs	Appels à projets

	Recherche Hospitalo-Universitaire en Santé	2014	Financer des projets de recherche innovants et de grande ampleur dans le domaine de la santé avec un potentiel rapide de transfert vers les soins	Intervention sous forme d'aide non remboursable.	Organismes de recherche de recherche de très grande qualité scientifique / Etablissements d'enseignement supérieurs	Appels à projets
ANR- Valorisation de la recherche publique	Instituts Carnot	2006	Valorisation de la recherche publique, deux leviers d'actions : Externalisation de dépenses de R&D des entreprises ; Projets de R&D collaboratifs public/privé.	Intervention auprès des instituts labellisés sous forme de subventions. Les instituts se financent également par les recettes générées par les instituts par leur activité d'externalisation de R&D des entreprises.	Unités de recherche ou regroupements d'unités au sein d'établissement d'enseignement supérieur/publics de recherche ou de structures d'utilité publique réalisant de la R&D non-économique. Les services des instituts sont ouverts à tout public.	Appels à projets
	Instituts de convergence	2016	Recherche interdisciplinaire, développement de formations d'excellence.	Intervention sous forme d'aide non remboursable échelonnée sur 10 ans avec examen intermédiaire à 4 ans.	Organismes de recherche ou consortia d'entreprises et d'organismes de recherche	Appels à projets
	Instituts de Recherche Technologique (IRT)	2010	Valoriser la recherche publique par le développement de la recherche partenarial en direction des filières.	Taux d'aide de maximum 50%, versement par tranches sur une durée de trois ans, les dépenses doivent être financées a au moins 30% par des fonds privés.	Consortia d'entreprises et d'organismes de recherche, les projets doivent être labellisés par les pôles.	Appels à projets

	Sociétés d'Accélération du Transfert Technologique (SATT)	2010	Valorisation de la recherche publique, deux leviers d'actions : Financement des phases de maturation ; Prestations de services de valorisation auprès des acteurs locaux qui réalisent de la R&D.	Intervention auprès des SATT sous forme mixte de dotations versées en quasi-fonds propres et en subvention.	Entreprises, organismes de recherche publics/privés.	Appels à projets
--	---	------	---	--	--	------------------

Annexe 3 : Détail des dispositifs de Bpifrance

Bpifrance					
Dispositif	Création	Opérations cibles	Financement	Eligibilité	Accès
Aides à l'Innovation (AI)	Avant 2000	Recherche fondamentale, recherche appliquée, Développement expérimental.	Taux d'aide de 25% à 60% sur assiette des dépenses retenues ; Intervention sous forme d'avances remboursables ou de subventions plafonnée à 3 millions d'euros	PME indépendantes de moins de 2000 salariés.	Dépôt de dossier de demande d'aide auprès de BPI en amont du projet, examen de la faisabilité du projet.
Aides à l'innovation - Prêt à Taux Zéro Innovation (AI-PTZI)	2010	Recherche fondamentale, recherche appliquée, Développement expérimental.	Taux d'intervention de maximum 50% des dépenses éligibles ; Intervention sous forme de subventions comprises entre 50K et 3 millions d'€.	PME indépendantes de moins de 2000 salariés dont âgées d'au moins 3 ans.	Dépôt de dossier de demande d'aide auprès de BPI en amont du projet, examen de la faisabilité du projet.
Eco-Industrie	2014	Développement expérimental de projets collaboratifs.	Montant de l'aide accordée au lauréat plafonné à 750 k euros	Association minimum de deux PME ou ETI avec un laboratoire ou organisme de recherche	Dépôt de dossier de candidature auprès du comité de pilotage pour une première phase de sélection, puis instruction du dossier par l'opérateur.

Concours	Avant 2000	Recherche fondamentale, recherche appliquée, Développement expérimental.	Taux d'aide de maximum 60% sur une assiette de dépenses éligibles limitée à 600k €. Intervention sous forme de subventions.	Toute personnes physique ayant pour projet la création sur le territoire français d'une entreprise de technologie innovante/entreprise âgée de maximum 2 ans.	Concours
Concours Mondial d'Innovation (CMI)	2014	Recherche fondamentale, recherche appliquée, Développement expérimental.	Intensité de l'aide variable suivant la taille de l'entreprise, intervention sous forme d'avances remboursables ou de subventions.	Entreprises françaises et étrangères, consortia d'entreprises (le chef de file est le seule bénéficiaire de l'aide), être éligible à des aides d'états.	Concours organisé en plusieurs phases (amorçage, levée de risque, industrialisation). A chacune de ces phases des lauréats sont désignés par le jury.
Innovation Stratégique Industrielle (ISI)	2008	Recherche fondamentale, recherche appliquée, Développement expérimental.	Intervention sous formes de subventions ou d'avances remboursables comprises entre 3 et 10 millions d'euros. Le taux d'aide des subventions est compris entre 25% et 45%, et est majoré de 20% pour les avances remboursables.	Consortia d'entreprises et d'organismes de recherche, dont l'effectif est inférieur à 5000 salariés. Des entreprises étrangères peuvent être membre du consortia mais ne pourront pas bénéficier de versements d'aides.	Dépôt de dossier de demande d'aide auprès de BPI en amont du projet, examen de la faisabilité du projet.

Fonds Commun de Placement en Innovation (FCPI)	Avant 2000	Les FCPI sont des fonds communs de placement à risque dans des entreprises innovantes. L'accès à ces fonds se fait par l'intermédiaire de l'octroi du label "Entreprise Innovante"	Labellisation "Entreprise Innovante"	Entreprises dont l'effectif est supérieur à 2 et inférieur à 2000.	Obtention automatique si justification de dépenses de R&D au moins égale à 10% des charges ou Dépôt de dossier auprès de BPI.
French Tech	2014	Tous les projets de création d'entreprise à fort potentiel de croissance à partir de tout type d'innovation.	Taux d'aide de maximum 70% des dépenses éligibles, Intervention sous formes de subventions plafonnées à 30k €.	PE dont l'âge est inférieur à 1 an ou entrepreneurs personnes physiques sous réserve d'être accompagnée par une structure dédiée à l'accompagnement.	Dépôt de dossier de demande d'aide auprès de BPI en amont du projet, examen de la faisabilité du projet.
Filières Stratégiques (FIS)	2011	Recherche fondamentale, recherche appliquée, Développement expérimental. Projets de R&D partagés.	Taux d'aide de maximum 50% des dépenses d'investissement et de fonctionnement.	Entreprises ou structure fédérant plusieurs entreprises ou entité représentative de la filière.	Dépôt de dossier de demande d'aide auprès de BPI en amont du projet, examen de la faisabilité du projet.
Fonds National d'Innovation (FNI = Innovation sociale FISO ; Partenariats régionaux PRI)	2015	Recherche fondamentale, recherche appliquée, Développement expérimental.	Taux d'aide de maximum 50% des dépenses éligibles, Intervention sous formes d'avances remboursables ou de Prêt à taux zéro pour les entreprises de plus de 3 ans.	TPE-PME de la région du fonds, y compris les associations et entreprises de l'ESS développant un projet économique à impact sociétal.	Dépôt de dossier de demande d'aide auprès de BPI en amont du projet, examen de la faisabilité du projet.

Fonds national pour la Société Numérique (FSN)	2010	Recherche fondamentale, recherche appliquée, Développement expérimental.	Taux d'aide de maximum 50% des dépenses éligibles pour les entreprises ; ce taux peut être porté à 100% pour les organismes de recherche publique.	Entreprises, Etablissement de recherche et Associations.	Appels à projets
Fonds Unique Interministériel (FUI)	2010	Recherche appliquée	PME : Taux de 50% (projet labélisé + territoire des pôles), 35% (projet labélisé). ETI : Taux de 35% (labélisé + territoire des pôles). Autres entreprises : Taux de 30%. Etablissement de recherche : Taux de 100% des coûts marginaux du projet/40% des coûts complets	Entreprises & Etablissements de recherche membres des pôles/participant a un consortia membre des pôles	Appels à projets
Filière Aéronautique	2007	Recherche fondamentale, recherche appliquée, Développement expérimental.	Taux d'aide de maximum 35% des dépenses éligibles, Intervention sous forme d'avances remboursables.	PME, ETI dont l'effectif est inférieur à 2000 salariés.	Dépôt de dossier de demande d'aide auprès de BPI en amont du projet, examen de la faisabilité du projet.

Projets Industriels d'Avenir (PIAVE)	2014	Recherche fondamentale, recherche appliquée, Développement expérimental, Industrialisation / Renforcement de la compétitivité des filières	Taux d'aide de maximum : 45% pour les PE, 35% pour les ME (travaux de R&D et d'industrialisation), 25% pour les autres entreprises / 50% pour les travaux de renforcement de la compétitivité.	Entreprises ou consortia d'entreprises et d'organisme de recherche portant Un projet d'au moins 3 millions d'euros.	Appels à projets
Préfinancement du CIR	2013	Couvrir les dépenses de R&D dès l'année de leurs engagements.	80% du CIR attendu entre 30k€ et 2,5M€ si préfinancement par BPI / Dans le cas d'un préfinancement par la banque, le crédit attribué est garanti de 50 à 60% par BPI selon l'horizon de financement.	PME	Dépôt de dossier de auprès de BPI.
Prêts à l'Industrialisation des Projets de R&D issus des Pôles de Compétitivité (PIPC)	2013	Valorisation de projets de R&D par l'industrialisation.	Prêt compris entre 300k € et 5 millions d'euros.	Consortia d'entreprises et d'organisme de recherche, membre des pôles, déjà financé par l'Etat ou un de ses opérateurs.	Dépôt de dossier de demande d'aide auprès de BPI, examen du projet et sélection.
Projets Structurants Pour la Compétitivité (PSPC)	2010	Recherche fondamentale, recherche appliquée, Développement expérimental de projets collaboratifs.	Taux d'aide de maximum : 60% pour les PE ; 50% pour les ME ; 40% pour les autres entreprises. Intervention sous formes d'avances remboursables et de subventions.	Consortia d'entreprises d'organisme de recherche, le chef de file doit réaliser des projets de R&D.	Appels à projets

Annexe 4 : Détail des dispositifs du CNES

CNES					
Dispositif	Création	Opérations cibles	Financement	Eligibilité	Accès
Espace - PIA	2010	Recherche industrielle et développement expérimental, mise en production	Intervention sous formes d'aides proportionnelles à la maturité du projet.	Entreprises du secteur aérospatial.	Appel à projets
Recherche & Technologie (R&T)	Avant 2000	Recherche fondamentale, recherche appliquée	Intervention sous forme de subventions, en phase de montée en maturité technologique des projets, les montants dépendent du type de projet financé.	Entreprises du secteur aérospatial.	Appels à projets/idées
Démonstrateurs et composants stratégiques	Avant 2000	Développement expérimental	Intervention sous forme de subventions, en phase de montée en maturité technologique des projets, les montants dépendent du type de projet financé.	Entreprises du secteur aérospatial.	Appels à projets/idées

Annexe 5 : Détail des dispositifs DGE

DGE					
Dispositif	Création	Opérations cibles	Financement	Eligibilité	Accès
Fonds Unique Interministériel (FUI)	2005	Recherche appliquée	PME : Taux de 50% (projet labélisé + territoire des pôles), 35% (projet labélisé). ETI : Taux de 35% (labélisé + territoire des pôles). Autres entreprises : Taux de 30%. Etablissement de recherche : Taux de 100% des coûts marginaux du projet/40% des coûts complets	Entreprises & Etablissements de recherche membres des pôles/participant a un consortia membre des pôles	Appels à projets
Nano 2017	2014	Financement de travaux de R&D sur la nanoélectronique, développement du cluster de Crolles-Grenoble	Intervention sous forme de subventions ou d'avances remboursables.	Entreprises du secteur de la microélectronique	Partenaires des chefs de file du programme.

Annexe 6 : Détail des dispositifs DGFIP

DGFIP					
Dispositif	Création	Opérations cibles	Financement	Eligibilité	Accès
Crédit d'Impôt Recherche (CIR)	Avant 2000	Recherche fondamentale, recherche appliquée	Crédit d'impôt : 30% des dépenses de R&D<100M€ ; 5% si R&D>100M€ ; 200% pour la DERD vers secteur public	Toutes entreprises réalisant des dépenses de R&D.	Déclaration auprès des services fiscaux
Crédit d'impôt Innovation (CII)	2013	Opérations de conception de prototypes ou installations pilotes de nouveaux produits	Crédit d'impôt : 20% des dépenses d'innovation - Limite de 400K€/an	PME indépendantes ou filiales de groupe<250 salariés, réalisant des dépenses d'innovation.	Déclaration auprès des services fiscaux

Annexe 7 : Détail des dispositifs ONERA

ONERA					
Dispositif	Création	Opérations cibles	Financement	Eligibilité	Accès
PIA Recherche dans le domaine aéronautique - Démonstrateurs technologiques et aéronefs du futur	2010	Soutien au développement d'aéronefs de nouvelle génération et aux démonstrateurs technologiques	Avances remboursables	Dépôt de projet auprès du Conseil pour la recherche aéronautique civile	Pas d'appel à projet formalisé

Avis sur le rapport intermédiaire de l'évaluation des aides à l'innovation de Haithem Ben Hassine et Claude Mathieu

Emmanuel DUGUET, Université Paris-Est Créteil

L'État, ses opérateurs et les collectivités territoriales gèrent aujourd'hui de très nombreux dispositifs d'aide à la RDI, avec des objectifs souvent très différents. La profusion, l'instabilité et la grande diversité de ces politiques publiques interrogent sur leur bonne complémentarité. L'étude de Haithem Ben Hassine et Claude Mathieu a pour objectif de caractériser le ciblage effectif de chaque dispositif via une étude descriptive et la production d'une évaluation économétrique *ex post* des effets différenciés de chaque grande famille de dispositifs (aides directes, aides indirectes, soutien aux projets collaboratifs...). Les travaux qui vont être menés pour cette évaluation sont présentés dans le rapport intermédiaire. Mes commentaires portent sur les propositions des auteurs concernant les données à utiliser, le modèle décrivant l'impact des aides sur l'activité des entreprises et les méthodes retenues pour estimer ce modèle.

Les auteurs proposent d'évaluer un effet des aides à la R&D sur trois indicateurs : sur les dépenses de R&D, sur les dépôts de brevet et sur la productivité totale des facteurs (PTF). Pour mesurer les dépenses de R&D, les auteurs signalent que l'enquête du ministère de la recherche (enquête R&D) ne permet pas de suivre correctement un nombre suffisant d'entreprises pour être une source intéressante pour l'estimation du modèle. Ce parti pris semble dommageable car il existe une littérature antérieure établie à partir de cette source de données qui aurait permis de situer les nouveaux résultats. Il eut été possible de la recouper avec les brevets et la PTF en gardant le périmètre de l'enquête R&D et de voir ce que change la sélection due à l'échantillon de l'enquête. Le fait que des entreprises entrent et sortent de l'échantillon de l'enquête est compatible avec les méthodes d'estimation sur panel non cylindré que les auteurs comptent utiliser. Par ailleurs, si cela s'avère nécessaire, il est possible de pondérer les estimations par taille d'entreprise (voir le document de travail de Davezies et d'Haultfœuille (Insee, 2009) pour une présentation de techniques de redressement qui peuvent être utilisées).

Pour mesurer les dépenses de R&D, les auteurs proposent d'utiliser les données issues des déclarations annuelles des données sociales (DADS). Comment l'activité de RD est-elle mesurée dans cette source et sur quelle définition précise repose-t-elle ? Correspond-elle à celle du manuel de Frascati ? A-t-on des informations sur la fiabilité de cette information ?

L'utilisation des brevets comme indicateur de l'effet des aides à la R&D pose plusieurs problèmes. Par rapport à l'indicateur des dépenses de R&D, l'effet de sélection est a priori plus fort que celui de l'enquête R&D puisqu'on exclut les activités où les autres modes d'appropriation sont plus efficaces (secret, marques, modèles) donc cette base n'est exhaustive que pour les entreprises qui déposent des brevets en France. Par ailleurs, suivre les brevets implique un biais secteur-taille-stratégie d'appropriation. Les auteurs comptent-ils utiliser des données de citation des brevets pour pondérer leur importance ? Le nombre de citations remplacerait alors le nombre de brevets.

Enfin, le dernier indicateur proposé par les auteurs pour évaluer un effet des aides à la R&D est la productivité totale des facteurs (PTF). La méthode retenue par les auteurs pour estimer la PTF est basée sur l'estimation de fonctions de production par secteur en utilisant des méthodes d'identification basées sur des modèles structurels (Levinsohn, Pétrin, 2013 ; Akerbeg et al., 2015). Toutefois les auteurs ne précisent pas la façon dont sera mesuré le facteur capital.

Le champ étudié change pour chaque indicateur suivi donc les effets de sélection seront omniprésents. Il semble nécessaire d'envisager une présentation des évaluations par secteur et taille sur tous les échantillons pour faciliter la comparaison. Le biais de sélection n'existe que par rapport à une population exhaustive, qui n'est pas forcément la bonne population de référence dans le cas de l'innovation. Peut-on définir une référence commune à toutes les bases ?

Dans leur analyse en panel, les auteurs proposent de retenir à la fois les entreprises toujours présentes (panel cylindré) et les entreprises sorties au cours de la période analysée mais présentes depuis le début. Pourquoi ne pas retenir les entreprises entrées au cours de la période analysée ? A priori les modèles estimés ne sont pas dynamiques et il est donc possible de garder toutes les entreprises présentes deux ans ou plus, même quand les années ne sont pas consécutives. Tous les programmes de panel savent traiter ces cas (proc panel sous SAS, paquetage plm sous R).

Sur le modèle retenu par les auteurs pour estimer des effets propres à chaque dispositif, mes remarques sont les suivantes :

- Un modèle plus structurel semble nécessaire car les variables de performances n'interviennent pas au même niveau et sont reliées entre elles.
- Dans la modélisation retenue, les aides sont censées agir rapidement sur les performances. Or dans la réalité elles sont surtout censées amener à des modifications qui agissent avec des délais qui peuvent être longs.
- L'effet individuel peut comporter des informations sur la capacité à innover de l'entreprise. Si on élimine cet écart de performance, ne risque-t-on pas d'éliminer l'effet de l'aide ? Ce sera le cas si elles ont des effets permanents. Il faudrait envisager un modèle en deux parties : l'effet d'une aide moyenne sur l'effet individuel, et de la variation de l'aide sur la variation des performances. Cela peut se faire en estimant les effets fixes et en les régressant sur les variables en moyenne.
- Il n'y a pas à proprement parler de période avant-après donc comment est définie la différence des différences ? On a le sentiment qu'il s'agit d'une approche classique sur panel. S'agit-il juste d'un moyen d'éliminer les effets fixes individuels et temporel ? Dans ce cas, pourquoi ne pas utiliser un double within classique sur panel non cylindré ?

Le recours aux différents types d'aide est analysé à partir d'un modèle logit multinomial dont les alternatives sont : pas de recours à un dispositif d'aide, recours aux seules aides indirectes, recours aux seules aides directes et recours aux deux types d'aides. Or il semble surtout qu'il n'y ait que deux types d'aides, auxquelles les entreprises peuvent recourir simultanément ou non plutôt que 4 catégories d'aides. Par ailleurs, l'hypothèse d'indépendance des perturbations entre les alternatives n'est pas tenable dans les cas « aide directe » versus « aides directe et indirecte » et « aide indirecte » versus « aides directe et indirecte ».

Pour corriger la sélection, pourquoi ne pas estimer deux modèles tobit généralisés séparément (un pour les aides directes, l'autre pour les aides indirectes) dont on peut faire la somme en cas de double recours ? On mesurerait le recours à chaque type d'aide en autorisant une corrélation et on mesurerait les déterminants de l'intensité de l'aide. Autres avantages de cette approche, il existe des procédures d'estimation sous SAS (proc QLIM) et R (sample Selection), généralisable en panel (Kyriazidou 2001)¹. Si on veut estimer un modèle plus structurel, il semble par ailleurs relativement facile de modéliser le choix des entreprises à l'aide d'équations simultanées. On ne voit pas comment corriger les biais de sélection avec un logit multinomial sans faire des hypothèses trop fortes.

¹ Voir si SAS peut estimer les 4 équations ensemble (analogue à la méthode SURE dans les systèmes linéaires)