

Etudes d'impact du crédit d'impôt recherche (CIR) – Une revue de la littérature

*Rapport à l'attention de Monsieur Thierry Mandon,
Secrétaire d'État chargé de l'enseignement supérieur et de la recherche, MENESR¹*

¹ Ce rapport a été coordonné par Evens Salies de l'OFCE. Il a bénéficié des contributions de Dominique Bianco, Ludovic Dibiaggio, Sarah Guillou et Lionel Nesta, Xavier Ragot, ainsi que des remarques de Marianna Marino, Luis Miotti, Benoît Mulkay et Karine Chakir.

Table des Matières

Résumé non technique

Résumé technique

Chapitre 1.	Introduction	4
Section 1.1.	Justifications économiques du CIR.....	4
Section 1.2.	Le CIR en débat	6
Chapitre 2.	Les évaluations d'impact du CIR	10
Section 2.1.	Variables explicatives de la souscription au CIR	10
Sous-section 2.1.1.	Variables indépendantes	11
Sous-section 2.1.2.	Variables dépendantes retardées.....	11
Section 2.2.	Les effets du CIR	14
Sous-section 2.2.1.	Le coût d'utilisation du capital R&D	14
Sous-section 2.2.2.	Les dépenses de R&D et le stock de capital R&D.....	14
Sous-section 2.2.3.	Les demandes de brevets.....	18
Sous-section 2.2.4.	L'activité économique	18
Sous-section 2.2.5.	L'embauche de chercheurs.....	19
Chapitre 3.	Conclusion.....	21
Annexes	23
A.	Développements des dispositifs CIR et jeune docteur	24
B.	Sources des données et périodes couvertes par les études	26
C.	Problèmes dans les évaluations et suggestions de solutions	27
C.1.	Quelle population d'entreprises ?	27
C.2.	Des règles de fonctionnement du CIR mal prises en compte.....	28
C.3.	Variables omises	29
C.4.	Externalités, effets d'équilibre général	31
D.	Glossaire	32
Bibliographie	35

Résumé non technique

La dépense intérieure de R&D des entreprises (DIRDE) n'a cessé d'augmenter pendant la crise, au contraire de l'Espagne dès 2009, et de l'Allemagne en 2009. En 2015, la DIRDE en France est le triple de celle de l'Italie. Cependant, elle reste la moitié de celle de l'Allemagne.

Ce résultat mitigé est obtenu en dépit d'une politique fiscale de soutien à l'innovation généreuse. Le soutien à la R&D coûte 0,08% du PIB en Allemagne contre 0,37% en France, dont 0,26% pour le dispositif Crédit Impôt Recherche (CIR).

En effet, de 2008 à 2014, le coût du CIR (hors administration du dispositif) oscille autour des cinq milliards d'euros annuellement, avec en moyenne 190 millions de crédits de plus par an. Les dépenses éligibles au titre du CIR et la DIRDE augmentent *toutes deux* d'environ 900 millions d'euros par an. Cela suggère que les dépenses des entreprises déclarantes représentent quasiment l'intégralité de l'accroissement annuel de la DIRDE.

Le CIR est régulièrement en débat, surtout depuis la réforme de 2008 qui a conduit à financer la totalité des dépenses de R&D, et non les dépenses additionnelles. Ce mode de financement a le mérite de la simplicité, mais conduit indiscutablement à des effets d'aubaine. L'État subventionne automatiquement des dépenses de R&D qui auraient été faites sans CIR.

Face à ce coût élevé et à l'existence d'effets d'aubaine, une série de travaux mesure le gain en terme de R&D d'un euro de CIR (donc un euro pour les finances publiques). De rares études aboutissent à des effets de substitution (la dépense privée de R&D générée est inférieure à 1), d'autres à des effets d'entraînement (une dépense privée supérieure à 1). Le plus grand nombre conclut à une dépense proche de 1 pour la période récente.

De manière plus précise, la réforme de 2008 n'a pas d'effet concluant sur les dépôts de brevets. Cependant, le nombre de chercheurs est plus élevé dans les entreprises souscrivant au CIR après 2007. Les créances perçues au titre du CIR sont plus concentrées dans l'industrie manufacturière. En revanche, celles perçues au titre du crédit d'impôt innovation depuis 2013 sont plus concentrées dans les services.

De ces résultats, il ressort que le CIR peut être appréhendé de deux manières :

1. Soit il s'agit d'une baisse de la fiscalité des entreprises conditionnelle à la réalisation d'un effort de recherche. Dans ce cas, le CIR doit être évalué au sein de la fiscalité des entreprises. La contribution du CIR à l'attractivité de la France dans une comparaison internationale doit alors être mesurée.
2. Soit le CIR est perçu comme un outil d'accroissement de l'effort de recherche privée. Dans ce cas, aux vues de la faible additionnalité et des effets d'aubaine,

des mesures plus ciblées vers des secteurs, des technologies ou vers des acteurs de recherche publique pourraient être plus efficaces. Le lien entre recherche publique et privée reste cependant en débat.

L'évaluation du CIR pâtit donc de l'absence d'une définition claire de l'objectif.

Résumé technique

La souscription au CIR des entreprises qui font de la R&D au CIR est corrélée à leur secteur d'activité, leur taille, leur nationalité, le poids de la R&D et leur accès aux aides dans le passé.

Sur les périodes 1993-1998 et 2002-2003, les entreprises de l'industrie manufacturière ont plus souscrit au CIR. Tout secteur confondu, les entreprises de toute taille (mesurée par l'effectif salarié) souscrivent au CIR. Mais, celles qui souscrivent sont plus grandes. La proportion d'entreprises détenues par des groupes étrangers est plus faible chez les bénéficiaires du CIR. Le parcours historique de l'entreprise dans le dispositif est très déterminant ; les entreprises qui avaient déjà bénéficié du CIR ont plus de chance d'y souscrire à nouveau. Respectivement, celles qui avaient déjà bénéficié des aides directes ont moins de chance d'y souscrire à nouveau. Plus une entreprise dépense en R&D, plus elle a de chance de souscrire au CIR l'année suivante.

La réforme du CIR en 2008 a fait baisser le coût unitaire de la R&D. Elle a eu un effet d'addition à court-terme. A l'horizon 2020, il pourrait y avoir un effet de substitution.

La réforme de 2008 a conduit à une baisse d'environ 47,5% du coût unitaire de la R&D en 2008 par rapport à sa valeur si la réforme n'avait pas eu lieu. Cette baisse a commencé dès la réforme de 2004 (elle vaut environ 10% en 2004 et 20% en 2008). Dans la seule évaluation *ex ante* où le multiplicateur du CIR est estimé, celui-ci est légèrement supérieur à 1 en 2012, puis se stabilise à 0,7 en 2019. Sous l'hypothèse d'additionnalité, les dépenses de R&D devraient être comprises entre 1,44% et 1,74% du PIB à l'horizon 2020. Une évaluation *ex post* révèle un effet de levier de 2,3 sur la période 2005-2010, qui comprend deux années *post*-réforme.

Avant la réforme de 2008, le CIR a un effet d'addition sur les dépenses de R&D, sauf pour de faibles montants de CIR, à partir desquels un accroissement de 1% a un effet d'éviction.

Il y a additionnalité, en moyenne, sur la période 1993-2003 (CIR assis sur l'accroissement des dépenses de R&D éligibles). Entre les deux sous-périodes 2004-2007 et 2008-2010, le différentiel de taux d'accroissement est de 17 points de pourcentages entre les bénéficiaires et non-bénéficiaires du CIR. On retrouve l'additionnalité après 2003 pour des montants de CIR compris entre 3000€ et 400000€. En dehors de cette fourchette, nous observons un effet d'entraînement. En revanche, entre 1998 et 2003, un effet de substitution apparaît pour des montants entre 6000€ et 20000€.

La réforme de 2008 n'a pas d'effet concluant sur les dépôts de brevets.

La littérature ne parvient pas à mettre en évidence un effet de la réforme du CIR en 2008 sur les demandes de brevets. L'estimation de cet effet est négative et n'est pas significativement différent de zéro. Cependant, le résultat n'est pas définitif à cause du faible nombre d'observations disponibles pour cette évaluation jusqu'à présent.

L'effet d'un euro de CIR sur le nombre de chercheurs est élevé dans toutes les études.

Le nombre de chercheurs est de 11,1% supérieur, en moyenne annuelle, dans les entreprises qui souscrivent au CIR entre 1993 et 2003. Le nombre national de chercheurs devrait augmenter de 25% entre 2007 et 2020, reflétant la générosité de la réforme de 2008. La réforme de 2008 a eu un effet important sur la probabilité de sortie d'un épisode de chômage des docteurs-ingénieurs (pour un premier emploi en CDI sur un poste de R&D dans le privé au mois m sachant que cet épisode ne s'est pas arrêté avant). Cette probabilité est de 29,1 points de pourcentage supérieure à celle des ingénieurs. La réforme de 2008 a eu plus d'effet que celles de 2004 et 2006 réunies.

Creuser la question de l'influence de l'appartenance sectorielle.

Les créances perçues au titre du CIR sont plus concentrées dans l'industrie manufacturière. En revanche, celles perçues au titre du crédit d'impôt innovation depuis 2013 sont plus concentrées dans les services. Cette différence suggère de déterminer à nouveau l'influence du secteur sur les effets des crédits d'impôts (recherche et innovation). Il conviendrait également d'analyser l'effet du CIR sur le secteur pharmaceutique dont les dépenses de R&D (emploi R&D y compris) ont diminué sur la période 2007-2012.

CIR et pôles de compétitivité.

Le taux de souscription au CIR par les entreprises situées sur des pôles de compétitivité a significativement plus augmenté que dans un ensemble comparable d'entreprises situées en dehors. Par ailleurs, la participation à un pôle stimule les dépenses de R&D. La participation aux pôles influencerait donc à la fois la décision de souscrire au CIR et le montant des dépenses de R&D. La participation aux pôles devrait donc être prise en compte dans l'évaluation de l'effet du CIR sur les dépenses de R&D.

Chapitre 1. Introduction

Section 1.1. Justifications économiques du CIR

*L'innovation technologique*¹ est un facteur fondamental d'accroissement de la productivité des pays développés (Neubig et *alii*, 2016). Par ailleurs, elle est un moyen pour les entreprises de ces pays de se libérer de la compétitivité-prix afin de préserver des marges plus conséquentes (voir DRIC, 2016 ; Hooge et Stasia, 2016). Nous comprenons alors que la recherche et développement (R&D), essentiellement en amont de ce processus (OCDE, 2005), constitue un enjeu stratégique.

¹. Les mots en italique sont définis dans le glossaire (annexe C, page 27).

Toutefois, si l'investissement en R&D est important en France (les 10 premières entreprises françaises dépensent un total de 17,8 milliards d'euros en 2015 ; European Commission, 2016), il n'est peut-être pas à la mesure du niveau nécessaire pour constituer le stock de connaissances permettant d'innover, notamment sur les technologies de pointe. En effet, lorsqu'elles sont en situation de concurrence sur les marchés, les entreprises peuvent avoir tendance à sous-investir en R&D pour au moins deux raisons.² La première est liée au caractère non-exclusif des connaissances technologiques : ni le secret, ni les brevets ne constituent une protection suffisante pour empêcher les concurrents d'en bénéficier.³ Dès lors, sachant qu'elles ne pourront s'approprier qu'une partie de la valeur créée par ces investissements, des entreprises peuvent être incitées à limiter leurs efforts et à essayer d'imiter plutôt qu'innover. La seconde raison est liée à l'incertitude qui entoure l'activité d'innovation et les contraintes de financement induites. Face à des projets innovants mais risqués, les banques se prémunissent du risque de non paiement en pratiquant des taux d'intérêt élevés. En effet, le stock de connaissances, ancré dans le capital humain, est un actif intangible à faible valeur de gage. De ce fait, les entreprises de taille modeste, mais potentiellement porteuses de projets rentables, sont exclues du financement bancaire et renoncent à leur projet ou limitent leurs ambitions. Ainsi, les mécanismes de marché, qui ne sont pas en mesure de sélectionner les bons projets parmi ceux proposés, conduisent à des investissements sous-optimaux.

Des mesures de politiques publiques peuvent compenser ces défaillances et stimuler l'investissement en R&D des entreprises (d'Autume, 2002) : subventions, brevets, *pôles de compétitivité*, exonérations de taxes et **crédit d'impôt recherche** (CIR) qui est la mesure que nous privilégions dans ce rapport. Le CIR allège l'impôt sur les bénéfices des entreprises industrielles, commerciales ou agricoles. Depuis 2008, cette réduction est assise sur les dépenses de ces entreprises qui sont liées à la recherche et, depuis peu, à l'innovation pour les *PME* (MENESR, 2016a). Le CIR a un effet indirect sur le coût de revient de la R&D, appelé *coût d'utilisation du capital R&D* (CUC R&D). C'est ce que montrent Mulkay et Mairesse (2011) dans un modèle théorique où le CUC R&D s'écrit comme une fonction du taux de réduction qui s'applique à l'assiette du CIR (par exemple, 12,78% en 2007 et 30% en 2008). Le CIR n'est donc pas une mesure d'incitation à innover aussi directe que les subventions.⁴ Néanmoins, il agit très en amont de ce processus. Le CIR est aussi une mesure de politique industrielle transversale qui, malgré des conditions strictes sur l'éligibilité des dépenses de R&D, n'est pas discriminante à l'égard des entreprises des autres États membres de l'UE (voir Guillou et Salies, 2015, p. 4). Rappelons aussi que les aides à la R&D sont cohérentes avec une justification économique reposant sur les défaillances de marché

2. Hall (2002) inclut une brève revue de la littérature microéconomique des défaillances de marché qui expliquent le sous-investissement en R&D. D'autres raisons possibles sont les défaillances de l'écosystème d'innovation, la procyclicité des dépenses de R&D (voir CNEPI, 2016, pp. 14-15).

3. Ces connaissances passent aussi d'un pays à l'autre (on parle d'externalités internationales de R&D) comme l'ont montré Coe et Helpman (1995) dans un modèle économétrique où la productivité globale des facteurs d'un pays dépend de l'accumulation de connaissance des principaux pays d'où il importe.

4. Contrairement aux subventions qui sont des dispositifs directs, au sens de l'immédiateté de l'impact sur le coût de la R&D (voir Guillou et Salies, 2015), le CIR est un dispositif de soutien indirect, comme les exonérations de taxes (taux réduit de TVA, par exemple), l'encouragement au regroupement d'activités de recherche *via* les pôles de compétitivité et les brevets. Ces derniers accroissent l'appropriation de l'entreprise qui innove (Mahaffy, 2013).

susmentionnées et qu'elles sont conformes aux objectifs technologiques H2020 de l'Agenda de Lisbonne (Guillou, 2017).

En lien avec la baisse du CUC R&D, le CIR réduit le taux d'imposition effectif, ce qui, dans un contexte d'internationalisation de la R&D, attire des entreprises sous contrôle étranger ; en 2015, elles représentent 28% de la R&D réalisée en France (Business France, 2016). De plus, la réforme du CIR en 2008, qui fit disparaître la part « accroissement » au profit d'une part uniquement assise sur le volume de dépenses de R&D (voir le tableau A, p. 24), a peut-être permis d'atténuer les effets potentiellement négatifs de la crise de 2008 (MENESR, 2014). La vérification de cette hypothèse est toutefois difficile étant donné la concomitance de la réforme et de la crise (Bozio et *alii*, 2014). Enfin, d'après Berger (2016, p. 14), grâce au CIR, les coûts des chercheurs en entreprise sont inférieurs à ceux en Allemagne, en Suède et au Japon notamment.

Section 1.2. Le CIR en débat

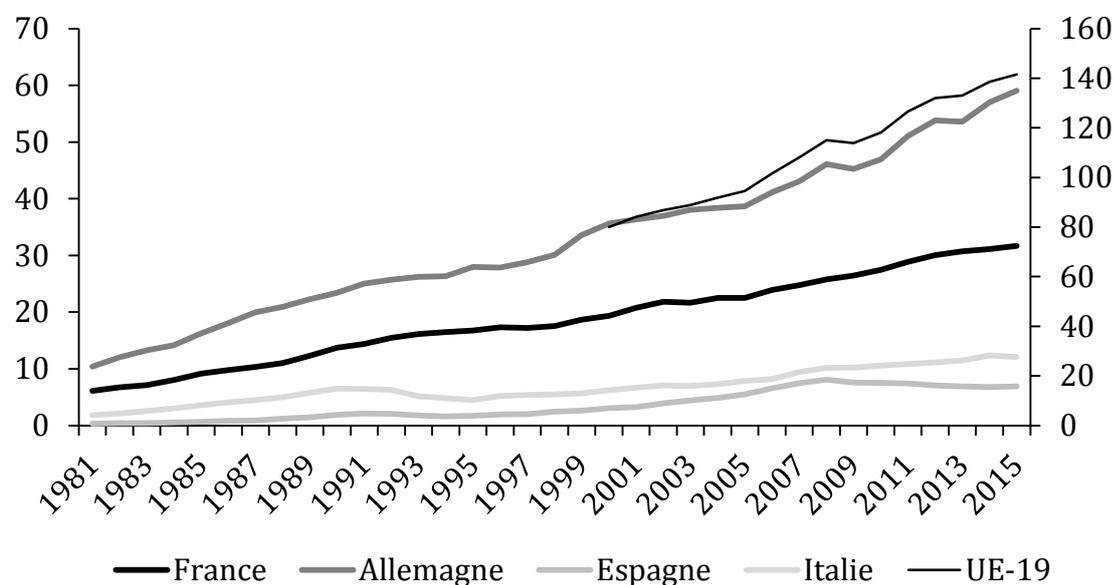
Pourtant, la pertinence du CIR continue d'être débattue. Certes, la dépense intérieure de R&D des entreprises (DIRDE) n'a cessé d'augmenter pendant la crise, au contraire de l'Espagne dès 2009, et de l'Allemagne en 2009 (Graphique 1 ci-dessous). En 2015, la DIRDE en France est le triple de celle de l'Italie. Mais, elle vaut la moitié de celle de l'Allemagne en dépit d'une politique fiscale de soutien à l'innovation généreuse.⁵ Le soutien à la R&D coûte 0,08% du PIB en Allemagne contre 0,37% en France (0,26% de CIR).⁶ Métivier et *alii* (2015) ont récemment alimenté le débat sur le CIR en essayant de montrer que depuis 2008, il y avait eu détournement d'une partie de son objectif avec l'*effet d'éviction* des dépenses privées par le soutien public. Il est vrai que, avec le passage à un système 100% volume, l'État subventionne automatiquement des dépenses de R&D qui auraient été faites sans CIR (Neubig et *alii*, 2016). Cette hypothèse est plausible en ce qui concerne les dépenses de chercheurs qui, en pratique, représentent au moins 50% des dépenses de R&D (Hall, 2002, p. 36).⁷

⁵. Nicolas Le Ru (2012) explique cet écart entre la France et l'Allemagne par le poids de la recherche appliquée et une spécialisation et des dépenses de R&D plus importantes dans les industries de moyenne-haute technologie en Allemagne. En effet, ces industries représentent 10,4% de la valeur ajoutée contre 3% en France en 2009, surtout dans les grandes entreprises.

⁶. L'Allemagne n'a pas de dispositif comparable au CIR, mais des subventions directes. L'Espagne et l'Italie ont encore aujourd'hui un dispositif de crédit d'impôt hybride : une part assise sur le volume, et l'autre part assise sur l'accroissement des dépenses de R&D (voir Neubig et *alii*, 2016).

⁷. La question de savoir si le dispositif, très généreux depuis 2008, est une aide d'État déguisée aux entreprises innovantes du secteur privé, fait aussi partie du débat.

Graphique 1. Dépenses de R&D du secteur privé (DIRDE), en milliards d'euros courants, 1981-2015.



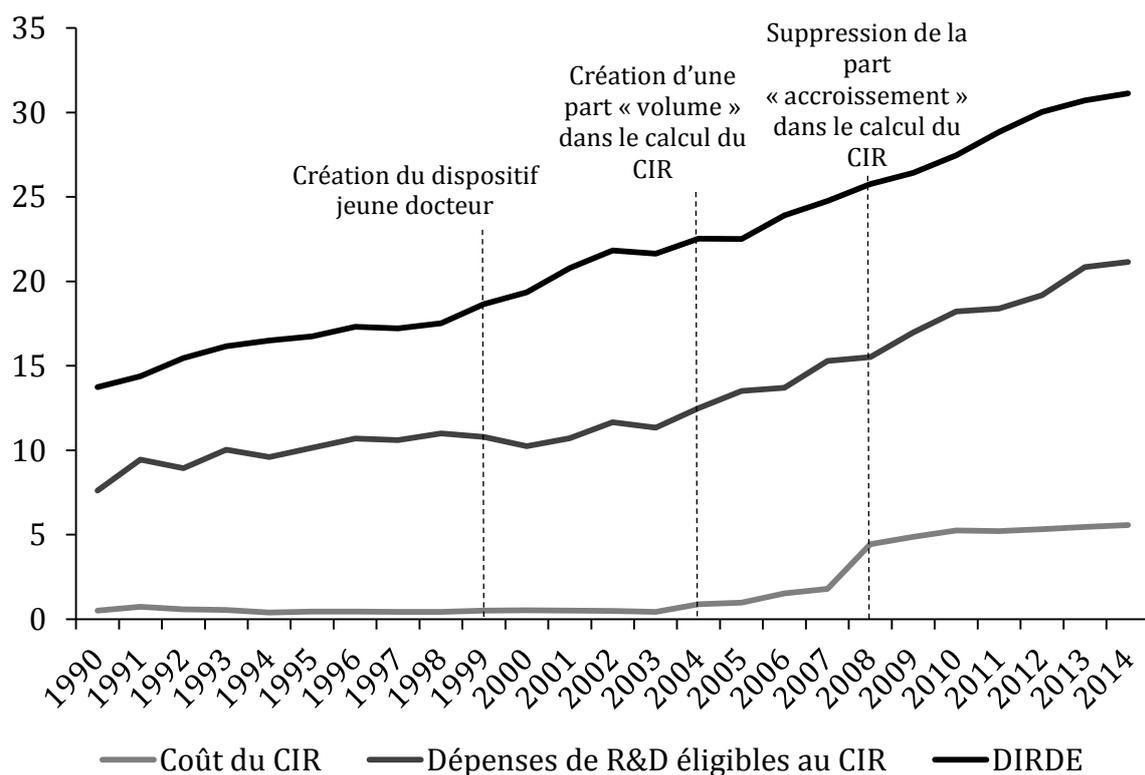
Note : les valeurs des quatre pays se lisent sur l'échelle de gauche ; celles de l'UE-19 sur l'échelle de droite. Les valeurs de 2015 sont provisoires ou estimées selon les pays.
Source : Eurostat, calculs de l'auteur.

Ainsi, de 2008 à 2014, le coût du CIR (hors administration du dispositif) oscille autour des cinq milliards d'euros (voir le graphique 2 ci-dessous), avec en moyenne 190 millions de crédits de plus par an. Les dépenses éligibles au titre du CIR et la DIRDE augmentent toutes deux d'environ 900 millions d'euros par an. Cet exercice suggère que les dépenses des entreprises déclarantes représentent quasiment 100% de l'accroissement annuel de la DIRDE. La question à laquelle s'attaquent les évaluations d'impact du CIR est plus subtile. Elle est de savoir si ce dispositif incite les entreprises qui le perçoivent à effectuer des dépenses de R&D que, autrement, elles n'auraient pas effectuées. La réponse mobilise des techniques d'évaluation économétriques sophistiquées.

Ce rapport présente une revue de la littérature des études d'impact du CIR. Cette revue reprend et enrichit celle dans Guillou et Salies (2015) de quatre nouvelles études : Bellégo et Dordet-Bernadet (2014) sur les pôles de compétitivité, Cahu et *alii* (2010) sur l'effet de la réforme de 2008 du CIR, Lhuillery et *alii* (2013) sur l'effet de doses de CIR et l'évaluation du dispositif jeune docteur (DJD) par Margolis et Miotti (2015). Bien qu'elle n'atteigne pas le niveau de précision des autres évaluations, nous avons conservé l'étude de Métivier et *alii* (2015) sur les effets de la réforme de 2008. En effet, elle comporte des statistiques significatives, notamment par branche d'activité. Enfin, cette revue emprunte à différents rapports, dont celui de Berger (2016) sur les bonnes

pratiques en matière de système de recherche et d'innovation. En revanche, elle n'inclut pas de comparaison avec les évaluations internationales des aides fiscales indirectes à la R&D.

Graphique 2. Coût du CIR, dépenses de R&D éligibles et DIRDE en milliards d'euros courants, 1990-2014.



Note : les droites verticales indiquent les années des trois grandes réformes du CIR. Pour l'année 2014, les dépenses de R&D éligibles n'étant pas disponibles, nous les avons calculées en multipliant la DIRDE par 0,68, qui est le ratio entre les dépenses éligibles et la DIRDE en 2013.

Sources : statistiques du site du MENESR, <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid49931/cir-statistiques-rapports-et-etudes.html>, Eurostat, calculs de l'auteur.

Afin d'alléger le corps du texte, nous avons reporté certains éléments dans quatre annexes : les développements du CIR et d'autres dispositifs, une fiche technique des études citées, ainsi qu'une discussion des problèmes de ces études avec des suggestions de solutions lorsque celles-ci nous paraissent évidentes ; l'objet de cette annexe est d'affiner l'explication causale de l'effet du CIR. La dernière annexe est un glossaire.

Le Chapitre 2 inclut les résultats des évaluations économétriques de l'effet du CIR, après avoir examiné les facteurs de souscription au dispositif. Le Chapitre 3 conclut sur l'efficacité du CIR à la lumière des principaux résultats des études d'impact parcourues.

Ce dernier chapitre reprend également des points développés dans l'annexe C, mais sous la forme de questions de recherches à explorer.

Chapitre 2. Les évaluations d'impact du CIR

Les études d'impact du CIR mesurent l'effet de ce dispositif, ou de ses réformes, sur les dépenses de R&D et d'autres variables (coût unitaire de la R&D, demandes de brevets, emploi de chercheurs, activité économique, etc.). Ces études sont *ex post* ou *ex ante*. La plupart des études *ex post* estiment l'effet du CIR en comparant les moyennes des dépenses de R&D d'un groupe d'entreprises qui souscrivent au CIR à celles d'un groupe d'entreprises qui ne souscrivent pas. Ces deux groupes sont généralement assortis dans une étape préalable d'*appariement* fin d'atténuer les *biais de sélection* potentiels sur l'estimation de l'effet du CIR.⁸ Ainsi, l'évaluation *ex post* répond directement à la question posée dans le chapitre d'introduction, qui est de savoir si les entreprises qui perçoivent le CIR effectuent des dépenses de R&D que, autrement, elles n'auraient pas effectuées. Les évaluations *ex ante* que nous avons recensées répondent à la même question, mais pour la réforme de 2008. Contrairement aux évaluations *ex post*, elles n'atténuent pas le biais de sélection, mais reposent explicitement sur des modèles suggérés par la théorie économique.

Dans un premier temps, nous verrons quels sont les variables importantes qui déterminent la décision de souscrire au CIR dans les évaluations *ex post* (Section 2.1). Les évaluations *ex ante* ignorent cette étape, car elles ne distinguent pas les entreprises qui souscrivent au CIR de celles qui ne souscrivent pas.⁹ Dans un deuxième temps, nous verrons quels sont les impacts du CIR sur les différentes variables retenues dans les études que nous avons parcourues (Section 2.2).

Section 2.1. Variables explicatives de la souscription au CIR

Une propriété de ces variables (ou facteurs) de souscription au CIR est qu'elles ne sont pas affectées par la décision de souscrire ou pas au CIR. Nous avons regroupées ces variables dans deux ensembles : l'ensemble des variables indépendantes et l'ensemble des variables dépendantes retardées. Le premier inclut la taille de l'entreprise, le secteur d'activité, l'affiliation à un groupe étranger et l'intensité des exportations. Le second ensemble inclut l'exposition passée aux aides (CIR, aides directes) et les dépenses passées de R&D (ou *l'intensité de R&D*). Duguet (2012), Lhuillery et *alii* (2013) et Bozio et *alii* (2014) ont étudié ces variables dans l'étape d'*appariement* qui permet de s'attaquer au biais de sélection. Certains auteurs comparent les moyennes arithmétiques de chaque variable entre les deux groupes avant l'étape d'*appariement*.

Avant de voir le rôle que jouent ces variables, nous attirons l'attention du lecteur sur le fait que ces études n'exploitent pas d'informations qualitatives sur les raisons pour lesquelles les entreprises souscrivent ou pas au CIR, ou quittent le dispositif. Bozio et *alii* (2014), qui estiment à 49% le pourcentage d'entreprises éligibles, mais qui ne souscrivent pas sur la période 2004-2010, suggèrent plusieurs raisons. Des entreprises ne sont pas au courant de l'existence de ce dispositif, du moins dans ses premières

⁸. Cette étape est inutile dans le modèle de doses utilisé par Lhuillery et *alii* (2013) où la comparaison s'effectue dans le groupe des entreprises qui souscrivent au CIR (voir la Sous-section 2.2.2).

⁹. Dans une recherche en cours, Benoit Mulkay et Jacques Mairesse comptent inclure cette étape. Voir la note de France Stratégie qui accompagne son appel à projet de recherche sur l'effet du CIR, http://www.s0strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/thematiques_apr_cir.pdf.

années d'existence. Parmi celles qui sont au courant, certaines trouvent la souscription compliquée ou risquée (crainte d'un audit fiscal *post*-souscription). L'incertitude sur la stabilité de la mesure constitue également un frein (voir la note de bas de page 2 dans Mulkay et Mairesse, 2013).

Sous-section 2.1.1. Variables indépendantes

La souscription est faite par des entreprises de toutes tailles, ce qui corrobore le caractère transversal du CIR que nous avons évoqué dans le chapitre d'introduction. Cependant, Bozio et *alii* (2014) trouvent une taille plus grande chez les entreprises qui souscrivent au CIR. Lhuillery et *alii* (2013) retrouvent ce résultat pour les entreprises de plus de 500 salariés. En revanche, les entreprises dont la taille est comprise entre 100 et 500 salariés sont significativement moins présentes dans leur échantillon que dans celui de Bozio et *alii* (2014). Une explication possible de cette différence est que ces deux études ne considèrent pas les mêmes populations d'entreprises. En effet, Bozio et *alii* (2014), qui définissent comme bénéficiaires du CIR les entreprises qui y souscrivent tout le temps sur la période 2004-2010, considèrent la période 2004-2007 comme celle de souscription. Lhuillery et *alii* (2013) considèrent la période 1993-2009. Une autre raison possible de cette différence est que l'équation de prédiction de la propension à souscrire au CIR ne comporte que 349 observations chez Bozio et *alii* (2014).¹⁰ Notons que chez Duguet (2012), la taille, mesurée par le chiffre d'affaires, n'influence pas la décision de souscrire au CIR. Nous ne savons pas si ce résultat est dû à la période concernée, 1993-1997, ou au fait que l'auteur inclut la taille et une variable colinéaire, l'*intensité de R&D*, dont le dénominateur (le chiffre d'affaires) est aussi une variable approchante de la taille.

Les trois autres variables sont l'objet de moins d'attention par les auteurs. Le secteur d'activité de l'entreprise joue également un rôle. Duguet (2012) montre que la souscription est moins forte pour les entreprises qui appartiennent au secteur des services (sur les périodes 1993-1998 et 2002-2003). Cette différence n'est pas déterminante pour l'estimation de l'effet du CIR, en comparaison à d'autres facteurs comme la taille de l'entreprise ; voir Bozio et *alii* (2014). Sur ce point, Lhuillery et *alii* (2013) montrent qu'un appariement exact des groupes de *traitement* en fonction du secteur (en plus d'autres variables) ne change pas le résultat du modèle avec catégories de CIR (cf. *supra*). Lorsqu'ils se focalisent uniquement sur l'industrie manufacturière, ils n'observent pas non plus de différence substantielle. L'étude de Lhuillery et *alii* (2013) révèle également une proportion d'entreprises détenues par des groupes étrangers plus petite, sûrement le reflet d'un coût d'entrée plus important pour les filiales d'entreprises étrangères.¹¹ L'intensité des exportations (exportations/valeur ajoutée) est également plus importante chez les bénéficiaires du CIR (34,7% contre 31,7%).

Sous-section 2.1.2. Variables dépendantes retardées

¹⁰. Une autre particularité de l'étude de Bozio et *alii* (2014) est le nombre artificiellement élevé d'entreprises qui souscrivent au CIR. En effet, ces auteurs ne disposent pas d'information sur la décision des maisons mères, qui paient l'impôt et perçoivent les créances, de répartir celles-ci entre les départements R&D de leurs filiales. Ne voulant pas éliminer ces filiales de leur échantillon, ils font l'hypothèse qu'elles reçoivent une partie de la créance de CIR dès lors que la maison mère bénéficie du CIR. Ils ne calculent pas cette créance, mais se servent de cette hypothèse pour appliquer la décision de souscription ou pas au CIR de la maison mère aux filiales.

¹¹. Le coût d'entrée comprend le temps d'apprentissage des règles de fonctionnement du CIR par exemple.

Trois variables sont concernées. L'obtention du CIR et d'aides directes dans le passé, ainsi que les dépenses de R&D passées (ou une fonction de ces dépenses).

Les études de Duguet (2012) et Bozio et *alii* (2014) révèlent que la probabilité de souscrire au CIR dépend positivement de l'exposition passée aux dispositifs de soutien à la R&D (le bénéfice du CIR à la période précédente). La corrélation entre la souscription en t et celle en $t - 1$ est un résultat très robuste sur la période étudiée par le premier auteur. L'auteur ne donne pas la probabilité de souscription au CIR en t chez les entreprises qui ne souscrivaient pas en $t - 1$. Mais, étant donné le nombre sans cesse croissant d'entreprises qui souscrivent depuis 1999, cette probabilité est certainement élevée sur la fin de la période qu'il étudie. De plus, les entreprises qui ont déjà souscrit et donc « payé » le coût d'entrée dans le dispositif, ont intérêt à y rester.

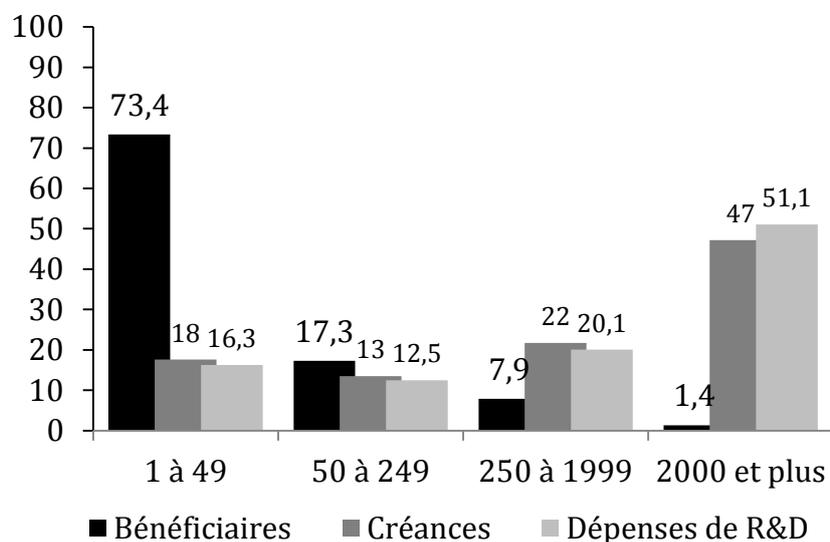
Par ailleurs, la probabilité de souscrire dépend négativement de l'exposition passée aux aides directes à la R&D. C'est ce que révèle l'étude de Duguet (2012) pour la période 1993-1995. Il y a au moins deux raisons à cela. Les entreprises qui ne bénéficient pas du CIR ont probablement plus recours à d'autres soutiens, dont les aides directes. D'autre part, crédit d'impôt et aide directe ne financent pas les mêmes types de projets. D'après Neubig et *alii* (2016), les crédits d'impôts sont mieux adaptés pour encourager des activités de R&D orientées vers le développement d'applications pouvant être commercialisées en un temps raisonnable.

Enfin, c'est la corrélation entre la souscription en t et les dépenses de R&D en $t - 1$ (ou une fonction de ces dépenses, telle que l'intensité de R&D) qui est déterminante chez Duguet (2012), mais aussi chez Bozio et *alii* (2014). C'est tout à fait normal puisque les dépenses de R&D passées font partie de l'assiette du CIR. Ainsi, plus une entreprise investit en R&D, plus elle devrait être incitée à souscrire au CIR puisque son besoin de financement est plus important. Bozio et *alii* (2014), qui n'appariement pas les entreprises sur les dépenses de R&D passées, surestiment probablement l'effet de la réforme de 2008 à cause d'un biais de sélection important.

Nous complétons ces résultats avec des observations pour l'année 2013 sur le nombre de bénéficiaires du CIR, les créances et les dépenses déclarée par classe de taille d'effectif (voir MENESR, 2016b). Les trois quarts des bénéficiaires ont moins de 50 salariés et les entreprises les plus grandes ne comptent que pour un peu plus d'un pourcent. Cette observation ne s'oppose pas au résultat précédent que les entreprises qui souscrivent sont un peu plus grandes ; elle précise le poids des PME (un peu plus de 90%) chez les bénéficiaires. En ce qui concerne les créances et les dépenses, nous pouvons faire passer le message que beaucoup de petites entreprises dépensent et reçoivent peu alors que peu dépensent et reçoivent beaucoup.¹² Les créances et les dépenses de R&D tendent à augmenter avec la taille de l'entreprise (environ la moitié de celles-ci vont aux entreprises de 2000 salariés et plus). Les PME reçoivent environ 1/3 du CIR et déclarent 28,8% des dépenses éligibles. Les entreprises entre 250 et 1999 salariés (7,9%) perçoivent environ 1/5 des créances et déclarent 1/5 des dépenses.

¹². Avec d'autres classes de taille, comme 1-9, 10-249, 250-4999 et ≥ 5000 , nous aurions obtenu une distribution plus symétrique pour les dépenses, comme celle de Margolis et Miotti (2015, p. 32).

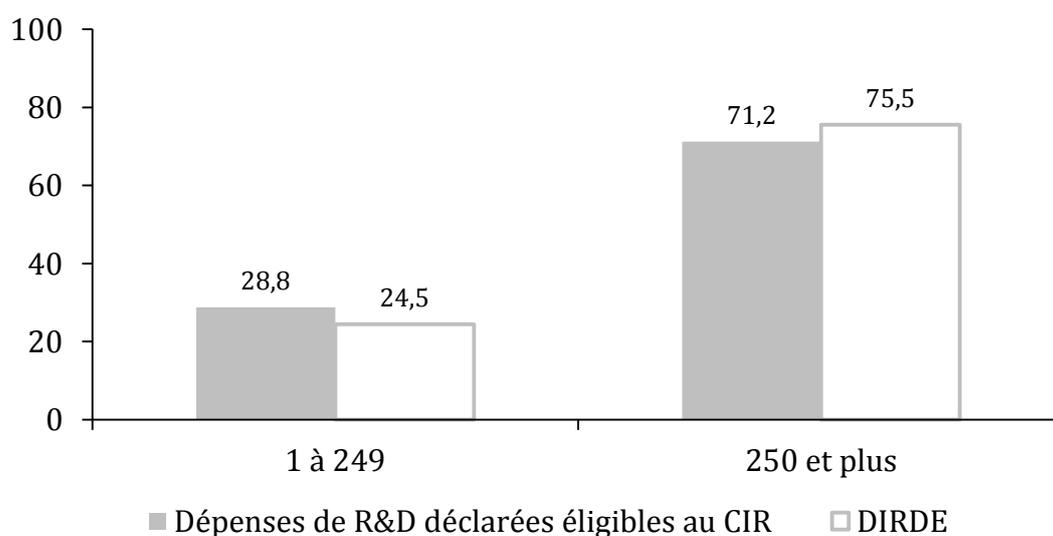
Graphique 3. Créances et dépenses de R&D des bénéficiaires du CIR, par classe de taille d'effectifs, 2013.



Source : MENESR (2016b) et calculs de l'auteur.

En additionnant les nombres de bénéficiaires (les entreprises indépendantes et les mères de groupes) du CIR, du crédit d'impôt innovation (voir le tableau A de l'annexe A, p. 24) et du crédit d'impôt collection (voir MENESR, 2016a) en 2013, on obtient 17445 entreprises. Le nombre de bénéficiaires du CIR seul est 15245, pour 19700 déclarants.

Graphique 4. Dépenses éligibles et DIRDE pour deux classes de taille d'effectifs, 2013.



Source : MENESR (2016b) et calculs de l'auteur.

En ce qui concerne le dispositif jeune docteur, le nombre de bénéficiaires est passé de 255 à plus de 1500 de 2003 à 2013 ; les montants sont passés de 44 à 107 millions d'euros. Enfin, nous remarquons que si nous distinguons seulement les PME des autres entreprises, alors la distribution des dépenses de R&D déclarées par taille d'effectif est proche de celle de la DIRDE (Graphique 4 ci-dessus). Ce résultat corrobore le fait qu'une grande majorité d'entreprises qui ont une activité de R&D bénéficient du CIR, de sorte que la distribution des dépenses éligibles épouse celle de la DIRDE.

Section 2.2. Les effets du CIR

Les effets du CIR ont été mesurés sur un ensemble plutôt restreint de cinq variables : le coût unitaire de la R&D, les dépenses de R&D (en niveau ou en accroissement), les demandes de brevets, l'activité économique, l'embauche et taux de sortie du chômage des chercheurs.

Sous-section 2.2.1. Le coût d'utilisation du capital R&D

Pour Mulkay et Mairesse (2013), l'effet du CIR sur les dépenses de R&D passe d'abord par l'intermédiaire d'une autre variable, le coût annuel de l'utilisation d'une unité de capital R&D (le CUC R&D que nous avons introduit dans la Section 1.1). Partant d'un modèle microéconomique qui ne comporte aucune autre variable de décision que les dépenses de R&D,¹³ ils parviennent à exprimer le CUC R&D en fonction des taux qui s'appliquent aux dépenses de R&D éligibles au CIR et d'autres paramètres (taux d'imposition sur les bénéficiaires, taux de subventions, etc.). Ces auteurs déduisent une valeur théorique qui dépend des réformes du CIR : 12,78% en 2007, l'année de l'annonce de la réforme de 2008 du CIR, et 30% à partir de la réforme de 2008 (ces taux sont récapitulés dans le tableau A, p. 24). Ensuite, ils évaluent l'effet du CIR sur le CUC R&D, à partir de l'année 2000, en prenant le taux de variation du CUC R&D avec et sans CIR (mais subventions incluses dans les deux cas). Sous des restrictions à propos de l'imperfection des marchés des capitaux, l'évolution endogène de la valeur ajoutée, l'inflation, etc., ils concluent que la réforme a conduit à une baisse de 47,5% du CUC R&D.

Sous-section 2.2.2. Les dépenses de R&D et le stock de capital R&D

Qu'elles soient *ex ante* ou *ex post*, les études s'intéressent à l'effet du CIR sur l'accroissement des dépenses de R&D et, depuis la réforme de 2008, sur les dépenses de R&D en niveau. Après avoir mesuré l'effet du CIR sur le CUC R&D, Mulkay et Mairesse (2013) simulent l'effet de la réforme de 2008 sur les dépenses de R&D dans un modèle à correction d'erreur construit pour le stock de capital R&D (net d'un taux de dépréciation). C'est un modèle dynamique qui tient compte de retards d'ajustement et des chocs temporaires sur la relation d'équilibre de long-terme entre le stock de capital R&D, le CUC R&D et la valeur ajoutée (une variable approchante de facteurs liés à la

¹³. De ce fait, le stock de connaissance de l'entreprise (représentative) ne dépend que des activités de R&D de cette entreprise. Il n'y a donc aucune externalité vers d'autres entreprises, ni de problème sous-investissement que nous avons décrits dans la Section 1.1.

demande).¹⁴ Ce modèle tient également compte de la nature stochastique des tendances de ces variables. Le modèle est estimé sur la période 2000-2007 pour les entreprises présentes pendant cinq années consécutives dans l'échantillon. Puis, les simulations portent sur la période 2008-2020.

Les trajectoires des dépenses de R&D agrégées (la DIRDE) et du stock de capital R&D agrégé post-réforme sont comparées aux valeurs qui auraient été obtenues sans réforme (avec le dispositif du CIR en vigueur en 2007, i.e., le scénario *contrefactuel*). Le taux de crédit d'impôt de 30% qui s'applique aux dépenses de R&D éligibles, et dont dépend le CUC R&D, est le seul paramètre qui diffère entre les deux scénarios.¹⁵ De 12 milliards d'euros en 2007, les dépenses de R&D agrégées passent à environ 14 milliards d'euros en 2012 (une augmentation d'environ 12%), année où l'écart à la valeur *ex-réforme* est le plus important (2,5 milliards), avant de décroître et de se stabiliser à 12,5 milliards en 2019 (l'écart se stabilise à 1,3 milliard). L'effet sur le stock de capital R&D est encore plus important : une augmentation de 20% par rapport à sa valeur en 2007, avec un écart de 7,5 milliards en 2019 par rapport au scénario *contrefactuel*. Enfin, Mulkay et Mairesse (2013) simulent un *multiplicateur du CIR* (voir la définition dans le glossaire, p. 32) qui est légèrement supérieur à 1 en 2012, avant de se stabiliser à 0,7 (1 euro de CIR versé augmente les dépenses de R&D de 70 centimes d'euros).

Cahu et *alii* (2010) font une évaluation *ex ante* prospective des effets macroéconomiques de la réforme de 2008 (l'effet des autres dispositifs de soutien n'est pas évacué). Comme Mulkay et Mairesse (2011, 2013), leur mesure de l'effet du CIR repose sur la spécification de modèles économiques. S'appuyant sur des résultats de la littérature, Cahu et *alii* (2010) envisagent deux scénarios avec réforme. Dans le premier scénario, ils supposent un effet d'addition (1 euro de CIR en t ajoute 0,5 euro aux dépenses de R&D en $t + 1$ et en $t + 2$ puis 0 euro ensuite).¹⁶ Dans le second, ils supposent un effet de levier de 2 euros : 0,2 euro pendant cinq années (de $t + 1$ à $t + 5$) qui s'ajoutent à l'effet d'addition précédent. Dans l'économie *contrefactuelle* (sans réforme), la DIRDE est supposée augmenter de 2% par an. Ensuite, les auteurs simulent l'évolution de la DIRDE dans chaque scénario, relativement au scénario *contrefactuel*, pour la période 2007-2018. L'effet est cumulatif au sens où un surcroît de CIR provoque une augmentation des dépenses de R&D l'année suivante, qui entraîne une hausse supplémentaire de CIR et donc à nouveau de dépenses de R&D. Ils révèlent jusqu'à +0,33 points de PIB. L'effort de R&D des entreprises devrait être compris entre 1,44% et 1,74% à l'horizon 2020. L'effort, tous secteurs de R&D confondus, devrait être de 2,26% dès 2013, ce qui est une bonne prédiction (la valeur observée pour 2015 est 2,24%).

Parmi les évaluations *ex post*, citons l'étude de Duguet (2012), qui porte sur la période 1993-2003 durant laquelle le CIR est assis sur l'accroissement des dépenses de R&D

¹⁴. Ces retards traduisent différents délais dans les décisions d'investissement ; voir Mulkay et Mairesse (2011). Ils permettent aussi de prendre en compte le décalage possible dans le temps entre l'année de déclaration d'une dépense éligible et l'année de versement du crédit d'impôt correspondant.

¹⁵. La valeur ajoutée, l'inflation et autres paramètres sont fixés à leur valeur de 2007.

¹⁶. L'effet de la réforme est obtenu sous des hypothèses à propos des finances publiques (le budget finançant le CIR ne provient pas d'une diminution d'autres formes de soutiens publics à la R&D), de l'élasticité de la dépense privée de R&D au CIR (elle n'est pas affectée par l'introduction de la part « volume »), etc. La part de la DIRDE qui rentre dans l'assiette du CIR est de 72% en 2005, 75% en 2006-2007 et est supposée égale à 85% en 2008 et 88% en 2009, puis se stabilise à ce niveau.

(net des aides directes et autres crédits d'impôt). L'étude révèle un effet annuel moyen d'addition, estimé à partir d'un multiplicateur du CIR (voir Duguet, 2012, p. 420) différent de celui de Mulkay et Mairesse. Autrement dit, la différence entre le taux d'accroissement des dépenses de R&D des entreprises bénéficiaires et des non-bénéficiaires est juste égale au montant du CIR.¹⁷ Bien que l'estimation du multiplicateur soit très proche de 1 (entre 1,01 et 1,12 selon la méthode d'estimation), elle n'est pas très précise ; les intervalles de confiance sont larges (par exemple, [0,497; 1,525] pour le multiplicateur de 1,01). L'auteur ne trouve pas d'*effet d'entraînement*. Une raison possible est que, sur la période qu'il étudie, il n'y a pas eu de réformes aussi importantes que celles de 2004 et de 2008 qui ont significativement accru la générosité du dispositif (cf. Graphique 2, p. 4). Nous faisons également remarquer que, entre 1993 et 2003, le nombre d'entreprises souscrivant au CIR avait baissé de 33% à cause de la complexification de la formule de calcul du CIR entre 1990 et 1998. Dès 2004, avec l'introduction d'une part « volume » dans la formule de calcul du CIR, puis du doublement du taux correspondant, le nombre de déclarants a fortement progressé. Mais, l'étude de Duguet (2012) ne couvre pas cette période.

Des évaluations *ex post* des réformes de 2004 et 2008 ont été effectuées par Bozio et *alii* (2014) et Lhuillery et *alii* (2013). Dans la première évaluation, les auteurs étudient la période 2004-2010 qu'ils coupent en deux sous-périodes (2004-2007 ; 2008-2010). Afin de tenir compte de l'augmentation du nombre de souscriptions au CIR dès 2004, les auteurs essaient d'isoler l'effet de la réforme de 2008 sur la *marge intensive*. Nous retenons deux résultats. Le premier est 13,1% de dépenses de R&D (nettes des aides directes) supplémentaire chez les bénéficiaires du CIR. Il est obtenu en comparant les dépenses de R&D des entreprises qui souscrivent au CIR sur la période 2005-2010 avec celles qui n'y souscrivent jamais sur cette période. Le retrait de l'année 2004 permet d'isoler l'effet de la réforme de 2008 de l'influence de celle de 2004. Bozio et *alii* (2014) calculent également un multiplicateur du CIR de 2,3.¹⁸ Le second résultat, obtenu à partir d'un modèle économétrique estimé après appariement, porte sur l'effet de la réforme de 2008 sur le taux de variation des dépenses de R&D (entre 2004-2007 et 2008-2010) des entreprises qui ont toujours souscrit par rapport à celles qui n'ont jamais souscrit sur la période 2004-2010. Ils calculent un effet de 17 points de pourcentage, qui traduit notamment une baisse de 4% des dépenses de R&D des non-bénéficiaires entre les deux sous-périodes. Les résultats du second modèle sont plus fiables dans la mesure où la décision de souscrire au CIR est auto-corrélée. Mais, contrairement au second modèle, le premier n'inclue pas de variable de souscription passée. Par conséquent, les estimations de l'effet du CIR sont biaisées.

Lhuillery et *alii* (2013) examinent séparément l'effet du CIR de celui des subventions sur les dépenses de R&D. Cette évaluation est complémentaire de l'étude récemment publiée de Marino et *alii* (2016) sur l'effet des aides directes à la R&D dans les entreprises qui, par ailleurs, peuvent bénéficier du CIR. L'approche développée par Lhuillery et *alii* (2013) est plus fine que l'approche dichotomique de Duguet (2012) et Bozio et *alii* (2014). En effet, dans l'approche dichotomique, l'effet moyen du CIR est unique, quels que soient les montants de CIR perçus par les bénéficiaires. Lhuillery et

¹⁷. Ce multiplicateur est une moyenne pondérée des effets annuels du CIR pour les périodes 1994-1993, ..., 2003-2002. Sa formule est différente de celle de Mulkay et Mairesse (2013) ; voir la définition, page 28.

¹⁸. Les auteurs ne précisent pas quelle formule de multiplicateur de la littérature ils emploient.

alii (2013) évaluent l'impact du CIR de deux autres façons. En comparant les effets de plusieurs catégories (des montants) de CIR (« élevé », « moyen », « petit » et « pas de CIR ») entre elles.¹⁹ Et, en mesurant l'effet d'un accroissement marginal (1%) de doses de CIR (par exemple, l'effet d'une dose de 165000 euros de CIR chez une entreprise qui perçoit déjà 150000 euros de CIR). Nous faisons remarquer qu'à la différence des autres études, dans lesquelles les auteurs retirent les montants des aides directes des dépenses de R&D, Lhuillery et *alii* (2013) excluent complètement de l'analyse les entreprises qui touchent des subventions et qui ne bénéficient pas du CIR.

Tableau 1. Effets du CIR sur les dépenses de R&D et multiplicateurs

Étude	Réforme de 2004	Réforme de 2008	Substitution	Addition	Entraînement	Variable de R&D expliquée
Cahu et <i>alii</i> (2010)	Non	Oui		+0,13 pdp ^a (en 2018)	+0,33 pdp ^b (en 2018)	$\frac{DIRD}{PIB}$
Duguet (2012)	Non	Non		Multiplicateur = 1,01 (période 1993-2003)		Différence entre le taux d'accroissement des dépenses de R&D des bénéficiaires et des non-bénéficiaires
Mulkay et Mairesse (2013)	Non	Oui	Multiplicateur = 0,7 (en 2019)	Multiplicateur = 1,1 (en 2012)		Accroissement des dépenses de R&D agrégées rapporté à celui du CIR.
Lhuillery et <i>alii</i> (2013) ^c	Oui	Non	Pour des doses comprises entre 6000€ et 20000€ (période 1998-2003)	Elasticité entre 0 et 1 pour des doses comprises entre 3000€ et 400000€ (après 2003)	Elasticité entre 1 et 2 pour des doses inférieures à 3000€ et supérieures à 400000€ (après 2003)	Accroissement marginal de 1% d'une dose (montant) de CIR
Bozio et <i>alii</i> (2014)	Non	Oui			Multiplicateur = 2,3 (période 2005-2010)	Différence entre les dépenses de R&D des entreprises bénéficiaires et des non-bénéficiaires
				+ 17 pdp (entre 2004-2007 et 2008-2010)		Différence entre le taux d'accroissement des dépenses de R&D des bénéficiaires et des non-bénéficiaires

Notes :

¹⁹. Chaque catégorie correspond à une classe définie par un tercile de CIR (il y a deux terciles, mais trois classes). Le tableau 3 de Lhuillery et *alii* (2013) donne les valeurs suivantes pour la moyenne de chaque classe : 21541 euros, 96629 euros et 1095292 euros. La catégorie « pas de CIR » correspond à 0 euro.

- a. 'pdp' : points de pourcentages.
- b. Sous l'hypothèse d'un effet de levier de 2.
- c. Nous ne retenons que des résultats du modèle de doses.

Dans le modèle des catégories, les effets d'un CIR « petit » ou « moyen » par rapport à « pas de CIR » est négatif. D'autres estimations sont positives, dont certaines paraissent excessives.²⁰ L'estimation de l'effet d'un montant de CIR « moyen » relativement à un groupe d'entreprises qui bénéficient d'un montant « petit » est de 65,3% ; après correction, cela correspond à un supplément de dépenses de R&D de 92,1%. En ce qui concerne le modèle de doses de CIR, il révèle l'*additionnalité* du dispositif après 2003 ; l'élasticité des dépenses de R&D (nettes du CIR) par rapport au CIR est comprise entre 0 et 1 pour des doses comprises entre 3000 euros et 400000 euros. En dehors de cette fourchette, l'additionnalité est remplacée par un effet de levier (élasticité supérieure à 1). Entre 1998 et 2003, les auteurs estiment un effet de substitution pour des doses comprises entre 6000 et 20000 euros.

Le tableau à la page précédente résume les résultats de l'effet du CIR sur les dépenses de R&D en classant les études selon qu'elles révèlent un ou plusieurs des effets suivants : substitution, addition, entraînement. Le CIR a un effet positif d'addition sur les dépenses de R&D, voire de levier pour des montants de CIR très faibles ou élevés. L'effet serait plus important depuis les réformes de 2004 et de 2008.

Sous-section 2.2.3. Les demandes de brevets

Afin d'examiner la robustesse de leurs résultats, Bozio et *alii* (2014) étudient l'effet de la réforme en 2008 du CIR sur les demandes de brevets déposées par les entreprises qui font de la R&D. Il pourrait y avoir un effet car certaines dépenses relatives à la protection de la propriété industrielle sont éligibles au CIR. Cependant, les auteurs ne trouvent pas d'effet ; l'effet tend à être négatif et pas significativement différent de zéro. Ce résultat pourrait s'expliquer par le fait que les demandes de brevets sont moins élastiques à court-terme au CIR que les dépenses de R&D. Une autre explication est qu'un biais de sélection négatif réduirait l'estimation de l'effet du CIR sur les demandes de brevets des entreprises qui souscrivent au CIR. L'idée est que les entreprises qui ne souscrivent pas déposent plus de brevets que celles qui souscrivent si elles n'avaient pas souscrit. Cette idée sous-entend qu'en moyenne, les premières n'ont pas particulièrement besoin du CIR pour déposer des brevets. Bien sûr, les auteurs utilisent des méthodes d'appariement des entreprises censées atténuer ce biais de sélection potentiel. Mais, ils perdent beaucoup d'entreprises non-bénéficiaires au passage, ce qui réduit les chances de rejeter l'hypothèse d'absence d'effet à raison.

Sous-section 2.2.4. L'activité économique

Cahu et *alii* (2010) étudient l'effet du CIR sur l'activité économique (le PIB), en supposant que cet effet passe par l'accroissement du stock de dépenses de R&D. L'équation du stock S est assez simple : $S = 0,9S_{-1} + I$, où I est le « flux »

²⁰. L'explication est que les dépenses de R&D sont prises en logarithme, une transformation qui écrase les grande valeurs et écrase l'effet du CIR. Lorsque nous corrigeons les estimations, nous trouvons des valeurs 50% à 100% plus importantes.

d'investissement courant, i.e. les dépenses de R&D courantes en volume (l'inflation est contrôlée avec les déflateurs du PIB, et le coefficient de 0,9 correspond à une dépréciation de 10% par an). Ils ont besoin d'une valeur de l'élasticité du PIB au stock de connaissance, qu'ils obtiennent selon différentes méthodes (en piochant des valeurs de la littérature, en estimant un modèle économétrique sur données OCDE). Ils retiennent la valeur basse de 0,07 (une augmentation annuelle de 10% du stock de connaissance entraîne une hausse de 0,7% du PIB). L'effet annuel sur l'activité est alors égal à $0,07 \times (S'_{-3} - S_{-3})/S_{-3}$,²¹ avec S_{-3} et S'_{-3} les stocks de connaissance de $t - 3$, avec et sans réforme. L'effet en 2022 dépend donc des stocks de connaissance S'_{2019} et S_{2019} . Trois hypothèses économiques importantes, sans lesquelles la variation relative des stocks de connaissance contrefactuels ne pourrait être obtenue est l'absence d'effet sur le prix de la R&D (qui résulte notamment d'absence de tension sur le marché du travail), l'absence d'effet sur la quantité de travail demandée et, enfin, l'absence d'effet sur le capital physique. L'effet en 2018 sur le niveau d'activité est de +0,3 point de pourcentage.

Sous-section 2.2.5. L'embauche de chercheurs

Par soucis de tester la robustesse des résultats qu'il obtient, Duguet (2012) évalue l'effet de la souscription au CIR sur le taux de variation du nombre de chercheurs, pour chacune des dix paires d'années incluses dans son étude (1994-1993, ..., 2003-2002). L'effet annuel moyen, calculé pour la sous-population des entreprises dont la R&D augmente,²² est de 11,12%. L'évaluation de Duguet (2012) sur l'emploi, pour les années 1999-1998 et au-delà, fait implicitement l'hypothèse que l'augmentation du nombre de chercheurs a lieu sans tension sur le marché du travail. Si cette tension existait, elle conduirait très certainement à une augmentation de la rémunération des chercheurs. C'est pour cela que Cahu et alii (2010), lorsqu'ils étudient l'effet de la réforme de 2008 sur les besoins futurs en chercheurs, font l'hypothèse contraire à celle de Duguet (2012).

Dans un de leurs scénarios, une hausse importante de la demande de chercheurs provoque des tensions sur les salaires de ces derniers (l'hypothèse sous-jacente est que le stock de connaissance en valeur croît plus que le stock en volume). En cas de pénurie passagère de chercheurs, l'augmentation de la DIRDE se traduit davantage par une augmentation de leurs rémunérations (effet prix) que par une hausse de leurs effectifs (effet volume), réduisant ainsi l'effet du surcroît d'investissement sur l'innovation. La prise en compte des effets prix d'une hausse de la R&D repose sur des hypothèses supplémentaires relatives à l'évolution de la productivité du travail, au taux de variation de l'intensité de R&D, aux sorties d'activité (pour cause de départ à la retraite et de mobilité), etc. (voir Cahu et alii, 2010, pp. 331-332). Plus précisément, les auteurs privilégient deux approches pour le calcul du paramètre de tension sur le marché du

²¹. Notons que cette approximation du premier ordre surévalue l'effet, car $(S'_{-3} - S_{-3})/S_{-3}$ n'est pas assez proche de zéro (0,106 dans le scénario d'effet de levier). L'approximation suivante corrige un peu ce problème : $0,07 \times (S'_{-3} - S_{-3})/S_{-3} - 0,325 \times ((S'_{-3} - S_{-3})/S_{-3})^2$.

²². Notons que pour Cahu et alii (2010), la restriction de la mesure de l'effet du CIR dans la sous-population d'entreprises dont les dépenses de R&D augmentent, réduit artificiellement l'écart de performance avec les entreprises non-bénéficiaires. Néanmoins, ce choix peut être préférable à celui d'inclure dans le groupe de contrôle des entreprises ayant connu une diminution de leurs dépenses de R&D, ce qui, au contraire, induirait une surévaluation de l'effet.

travail : une composante de la hausse des salaires et une composante de la hausse de la productivité. Quelque soit l'approche, ils prévoient une hausse des effectifs de chercheurs de 25% environ entre 2007 et 2020.

Margolis et Miotti (2015) étudient l'impact du dispositif jeune docteur (DJD) sur l'insertion des docteurs (doctorat obtenu en France ou équivalent obtenu à l'étranger) dans les fonctions de R&D. Après son introduction en 1999, le DJD a été renforcé à l'occasion de réformes du CIR (entre les années 2004 et 2008 incluses). Avec la réforme de 2008, une entreprise qui embauche un docteur bénéficie d'un crédit d'impôt de 30% du double du salaire chargé, soit 60% de celui-ci (concernant les frais de fonctionnement, voir le tableau A, p. 24). Contrairement aux deux études précédentes, les auteurs font une analyse fine de la discrimination à l'embauche en prenant en compte les profils précis des diplômés.²³ Mais, ils ne possèdent que des variables relatives aux individus et au poste. Il s'agit de savoir si les réformes de 2004, 2006 et 2008 du CIR et du DJD ont eu un impact positif sur l'embauche en CDI sur des postes de R&D pour les docteurs.²⁴ La variable sur laquelle porte l'évaluation économétrique est la probabilité de sortie du chômage (*cf. supra*). L'impact est mesuré en termes d'effet de chaque réforme sur ce taux, ou sur le différentiel de taux des docteurs relativement à d'autres diplômes, notamment celui d'ingénieur. La cohorte étudiée est celle de 2004, i.e. les diplômés qui ont quitté le système éducatif entre octobre 2003 et octobre 2004.

Les profils à l'intérieur desquels sont faites les comparaisons sont obtenus par un croisement d'une ou plusieurs des caractéristiques individuelles suivantes : le diplôme (master 1, ingénieur, ..., docteur-ingénieur, etc.), la mention au bac, la discipline (économie, chimie, etc.), une information sur les préférences des individus (travailler dans le secteur public, privé), devenir chercheur ou enseignant (dans l'éducation nationale ou les hôpitaux, etc.), avoir une spécialité commune à celle des ingénieurs.²⁵ En se plaçant dans la sous-population des mentions « très bien » au bac, les auteurs ne trouvent pas de différence significative entre les taux de chômage des docteurs qui ont une spécialité ingénieur et les ingénieurs. En revanche, dans la population entière, ils révèlent un différentiel de taux de chômage en défaveur des docteurs-ingénieurs par rapport aux ingénieurs de 3 points de pourcentage. Il semble que les CSP des parents des docteurs-ingénieurs jouent un rôle : plus de pères techniciens, agents de maîtrise, VRP, profession intermédiaires et moins de mères cadres, ingénieurs, en profession libérales ou professeures.

Le modèle économétrique spécifié par Margolis et Miotti (2015) permet d'estimer la probabilité avec laquelle un diplômé sort d'un épisode de chômage (pour un premier emploi en CDI sur un poste de R&D dans le privé) au mois m sachant que cet épisode ne s'est pas arrêté avant. Le poste est défini soit à partir de la *nomenclature PCS*, soit à partir de la fonction déclarée par le diplômé à l'embauche. Contrairement aux deux

²³. Par exemple, certaines spécialités, comme l'histoire, ne sont pas communes avec celles des ingénieurs. Pour celles-ci, le différentiel de chômage ne peut pas être étudié.

²⁴. Les auteurs font remarquer que les effets de la crise économique ne sont pas identifiables séparément des effets d'une recherche d'emploi qui dure longtemps. C'est effectivement un problème si l'effet de la crise sur la durée de chômage est contingent au diplôme (*cf.* le dernier paragraphe de la Section 1.1).

²⁵. Ils observent par exemple que $\frac{3}{4}$ des docteurs souhaitent travailler dans le public, essentiellement dans la recherche (72,8%), un pourcentage bien supérieur aux docteurs-ingénieurs (52,5%). La discipline « Économie » est choisie par 4,9% des docteurs et 0,4% des ingénieurs.

premières réformes (du CIR en 2004 et du DJD en 2006), les auteurs trouvent que celle du CIR en 2008 a eu un impact différentiel positif sur l'embauche de docteurs-ingénieurs relativement aux ingénieurs. Alors que les ingénieurs ont une probabilité de sortie du chômage inférieure de 25,9%, les docteurs-ingénieurs ont une probabilité supérieure de 3,2%. Le différentiel, 29,1% est significativement différent de zéro au seuil de 1% (cette estimation est obtenue pour la définition PCS du poste de travail). Prises dans leur ensemble, les réformes du CIR ont accru de 33% la probabilité de sortie du chômage des docteurs-ingénieurs. La réforme de 2008, relativement aux réformes de 2004 et 2006, a accru la probabilité d'embauche de 18,5%.

L'étude de Métivier et *alii* (2015), qui décompose l'emploi par type de poste (chercheurs et personnel de soutien) entre 2002 et 2012, pourrait remettre en question une partie des résultats de cette sous-section. Bien qu'il ne s'agisse ni d'une évaluation *ex ante*, ni d'une évaluation *ex post*,²⁶ elle comporte des statistiques probantes. Ces auteurs montrent que, dès 2006, l'évolution de la part de chercheurs recrutés (dans l'ensemble des recrutements), reste stable, tandis que la part du personnel de soutien à la R&D suit celle du CIR (la valeur de 2007 vaut quatre fois celle de 2006). Dans les sept branches sur 32 où l'emploi dans la R&D augmente significativement, il n'y a pas décrochage non plus. Selon ces auteurs, le CIR a amené une substitution du personnel de soutien aux chercheurs. Pour pouvoir valider ce résultat, il suffirait d'étendre l'étude de Margolis et Miotti (2015) au personnel de soutien à la R&D en prenant par exemple ce personnel comme deuxième groupe de contrôle.

Chapitre 3. Conclusion

La littérature académique sur l'évaluation du CIR permet de conclure que ce dispositif a un effet positif d'addition sur les dépenses de R&D, voire de levier pour certains montants du CIR. L'effet sur le nombre de chercheurs embauchés est également important. Ces effets se sont amplifiés avec la réforme de 2008. L'efficacité du CIR doit quand même s'apprécier au regard de son coût, qui n'a cessé d'augmenter depuis 2004. Il serait intéressant de comparer le coût cumulé (environ 44 milliards d'euros entre 1990 et 2014) au supplément de dépenses de R&D sur la même période, relativement au scénario dans lequel le CIR n'aurait pas existé.

D'autres questions devraient être posées, comme celles de savoir si le CIR contribue à améliorer les performances des entreprises en matière d'investissement, de positionnement en gamme et de compétitivité sur les marchés domestique et extérieur.²⁷ L'évaluation du crédit d'impôt innovation, dont les créances sont moitié moins concentrées dans l'industrie manufacturière que celles du CIR recherche, devra également être menée.

Nous fermons ce rapport avec un rappel des questions que nous avons soulevées dans l'annexe C. Est-ce que dans les branches d'activité où les dépenses de R&D ont diminué

²⁶. Elle utilise des données de DIRDE aux niveaux départemental et national et ne construit pas de scénario contrefactuel. Elle ne repose pas non plus sur un modèle économique avec des hypothèses théoriques testables.

²⁷. Voir la note de l'appel à projet de recherche de France Stratégie sur l'effet du CIR, http://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/thematiques_apr_cir.pdf.

pendant la crise, le CIR a eu un effet ? Comment tenir compte des modifications du CIR autres que les réformes en 1999, 2004 et 2008 ? Le CIR a-t-il le même effet pour une entreprise qui se trouve au-delà du seuil des 100 millions d'euros de dépenses de R&D, que pour une entreprise en tout point similaire, hormis le fait qu'elle se trouve en-deçà de ce seuil ? L'appartenance à un pôle de compétitivité a-t-elle un effet différentiel sur l'effet du CIR ? Enfin, comment tenir compte des externalités positives de R&D dans les évaluations *ex post* ? Et, quels sont les effets d'équilibre général de la réforme de 2008 ?

L'objet de ces questions, et des extensions des modèles qu'elles suggèrent, et de mieux expliquer le mécanisme « causal » par lequel le CIR stimule le processus d'innovation.

Annexes

A. Développements des dispositifs CIR et jeune docteur

Le tableau A présente des règles de fonctionnement et réformes importantes du CIR depuis 1983 qui sont tirées des versions successives de l'Art. 244 quater B du code général des impôts.

Tableau A. Quelques règles et réformes du CIR et du DJD.

Date (t)	Règles et réforme
1983	Création du CIR. L'assiette en t est la différence entre les dépenses de R&D de l'année t et celles de l'année précédente (revalorisées de la hausse des prix à la consommation). Un taux α s'applique à cette assiette et le CIR est plafonné : $CIR = \min\{\max\{\alpha(R\&D - R\&D_{-1}); 0\}; \overline{CIR}\}, \alpha = 25\%, \overline{CIR} = 0,89 \times 10^6\text{€}.$ Les dépenses sont celles de personnel, de fonctionnement, certaines dotations aux amortissements, les frais de prise et de maintenance de brevets, etc. Des subventions publiques doivent être déduites de l'assiette de calcul du CIR. ^b
1985	$\alpha = 50\%$, ^c $\overline{CIR} = 1,3 \times 10^6\text{€}$.
1988	$\overline{CIR} = 2,4 \times 10^6\text{€}$.
1991	L'assiette en t est la différence entre les dépenses de R&D de l'année t et la moyenne arithmétique des dépenses des deux années précédentes (les dépenses de $t - 1$ et $t - 2$ sont revalorisées de la hausse des prix à la consommation) : $CIR = \min\left\{\max\left\{\alpha\left(R\&D - \frac{R\&D_{-1} + R\&D_{-2}}{2}\right); 0\right\}; \overline{CIR}\right\}, \alpha = 25\%, \overline{CIR} = 8,76 \times 10^6\text{€}.$
1999	Création du DJD, dans le CIR, pour le recrutement d'un jeune docteur embauché en CDI et à la condition que l'effectif du personnel de recherche de l'entreprise ne soit pas être inférieur à celui de l'année précédente. ^d L'entreprise peut bénéficier des avantages du DJD pendant 12 mois suivant l'embauche. Le taux du DJD est de 100% du salaire chargé, plus 75% des dépenses de fonctionnement afférentes.
2004	Création d'une part volume au taux de 5% des dépenses de R&D de $t - 1$. $CIR' = CIR + \beta R\&D_{-1}, \alpha = 45\%, \beta = 5\% \text{ et } \overline{CIR} = 8 \times 10^6\text{€}.$ Les entreprises de moins de cinq ans, les Jeunes entreprises innovantes et les entreprises qui ont le statut de « PME de croissance » bénéficient du paiement immédiat sur le volume de dépense au taux de 25%.
2006	$\alpha = 40\%$, $\beta = 10\%$ et $\overline{CIR} = 10 \times 10^6\text{€}$. Pour le DJD le taux du CIR s'applique au double du salaire chargé.
2007	$\overline{CIR} = 16 \times 10^6\text{€}$.
2008	La part « accroissement » et le plafond sont supprimés. $CIR'' = \min\{\beta R\&D_{-1}; 25 \times 10^6\text{€} + 0,05R\&D_{-1}\},$ avec $\beta = 30\%$, mais $\beta = 50\%$ pour l'entreprise qui entre dans le dispositif une première année (40% la deuxième), suite à une période d'au moins cinq ans pendant laquelle elle n'a pas bénéficié du CIR. ^e La période de 12 mois passe à 24 mois pour le DJD.
2009	Modification des modalités de remboursement du CIR : remboursement en 2009 de la créance fiscale au titre du CIR de 2008 et de la créance résiduelle au titre du CIR 2007, 2006 et 2005.
2011-2012	$\beta = 40\%$ pour les entreprises qui entrent dans le dispositif la première année, 35% la deuxième. Réforme du dispositif JEI qui sera aussi réformé en 2012.
2013	Extension du CIR aux dépenses d'innovation de produits (le crédit d'impôt innovation). Le taux est de 20% des dépenses d'innovation pour les PME avec un plafond de $0,4 \times 10^6\text{€}$.
2014	Assouplissement des conditions du DJD (voir Margolis et Miotti, 2015, p. 31).

Notes :

- a. Jusqu'en 2003, les valeurs des plafonds sont en euros constants de 2015 afin de tenir compte de l'inflation et des changements de valeurs dans la parité franc-euro. Nous avons calculé ces valeurs avec le convertisseur franc-euro de l'INSEE, <https://www.insee.fr/fr/information/2417794>. Par exemple, le plafond en 1983 est de trois millions de FRF. Compte tenu de l'érosion monétaire due à l'inflation, il correspond à environ 898241 euros de 2015. À partir de 2004, les valeurs des plafonds sont en euros courants.
- b. Au cas où le CIR excède l'impôt dû, il est reporté sur les exercices suivants, l'éventuel reliquat étant alors remboursé par l'État à l'entreprise (Cours des Comptes, 2013, p. 32).
- c. Un nouveau taux qui apparaît en t est afférent aux dépenses de t . Les entreprises peuvent néanmoins déclarer en t des dépenses éligibles et effectués avant. Ce sont les taux d'avant qui s'appliquent.
- d. Le personnel de recherche est les chercheurs et techniciens de recherche salariés dont la rémunération et les cotisations sociales obligatoires entrent dans l'assiette du CIR.
- e. Dans les groupes, le CIR est liquidé au niveau de la société mère, mais le seuil de 100 millions d'euros s'apprécie filiales par filiale (Cours de Comptes, 2013, p. 32).

Sources : Duguet (2012), Marino et *alii* (2016), Mulkay et Mairesse (2011, 2013), Bozio et *alii* (2014), Cahu et *alii* (2010), MENESR (2014), Cours de Comptes (2013) et calculs de l'auteur.

B. Sources des données et périodes couvertes par les études

Le Tableau B décrit les données utilisées pour les études économétriques retenues dans ce rapport. La colonne « Période étudiée » peut être mise en relation avec le Tableau A afin de savoir à quelle(s) version(s) du CIR l'étude économétrique se rapporte.

Tableau B. Données et périodes couvertes par les études

Étude	Données	Période étudiée (fréquence) *
Cahu et <i>alii</i> (2010)	DIRDE, PIB, FBCF, PGF, heures totales travaillées, nombre de chercheurs dans le secteur privé Niveau d'agrégation : national Secteurs : tous, sans distinction	2008-2025 (annuelle)
Duguet (2012)	Enquêtes : R&D, EAE, GECIR Producteurs : MENESR, INSEE, DGI Niveau d'agrégation : entreprises Secteurs : industrie manufacturière, services aux entreprises	1994-2003 (annuelle)
Mulkay et Mairesse (2011, 2013)	Enquêtes : R&D, EAE, GECIR Producteurs : MENESR, INSEE, DGI Niveau d'agrégation : entreprises Secteurs : industrie manufacturière, services aux entreprises	2000-2020 (annuelle)
Bellégo et Dortet-Bernadet (2014)	Enquêtes : R&D, des pôles, des salariés DADS, des liasses fiscales FICUS, FARE, des liaisons financières LIFI, GECIR Producteurs : MENESR, DGCIS, DGFIP Niveau d'agrégation : Secteurs :	2006-2009 (annuelle)
Bozio et <i>alii</i> (2014)	Enquêtes : R&D, PATSTAT, GECIR, FIBEN Producteurs : MENESR, EPO, DGI, BdF Niveau d'agrégation : entreprises Secteurs : industrie manufacturière, services aux entreprises	2004-2010 (annuelle)
Margolis et Miotto (2015)	Enquêtes : Génération 2004 Producteur : CEREQ Niveau d'agrégation : docteur	Novembre 2003-juillet 2009 (mensuelle)
Lhuillery et <i>alii</i> (2013)	Enquêtes : R&D, EAE, ESANE, Diane, LIFI, GECIR Producteurs : MENESR, DGI, Bureau van Dijk, DGCIS, MEF Niveau d'agrégation : entreprises Secteurs : industrie manufacturière, services aux entreprises	1993-2009 (annuelle)

*. Il s'agit de la période sur laquelle a été faite l'évaluation la plus robuste de l'effet du CIR ; celle pour laquelle nous avons reporté les résultats des évaluations dans le chapitre 2. Les périodes couvertes par les données débutent nécessairement en deçà de cette période. C'est aussi le cas dans les études *ex ante* où les auteurs calibrent un modèle pour en tirer des paramètres ou des simulations de scénarios contrefactuels.

C. Problèmes dans les évaluations et suggestions de solutions

Les deux types d'approches (*ex ante* ou *ex post*) développées pour l'évaluation du CIR ont des avantages et des inconvénients. Les évaluations *ex ante* n'atténuent pas le biais de sélection. En revanche, elles spécifient des modèles qui reposent sur des hypothèses économiques testables. Nous constatons également que toutes ces évaluations sont « locales », au sens où les périodes d'observation et les populations d'entreprises sur lesquelles ces études mesurent l'impact du CIR sont spécifiques. Par exemple, les entreprises qui bénéficient du CIR et celles qui n'en bénéficient pas durant sept années consécutives. Ou bien, toutes les entreprises sauf les *microentreprises*, etc. Au contraire, la population effective d'entreprises étudiée est parfois trop générale. Les évaluations *ex ante* n'exploitent aucune information permettant de distinguer les entreprises qui souscrivent réellement au CIR. Et l'évaluation *ex post* du dispositif jeune docteur n'utilise aucune variable relative aux caractéristiques des entreprises qui embauchent les diplômés. Ces problèmes limitent la portée des études précédentes. Dans cette annexe, nous discutons de problèmes connexes et accompagnons cette discussion de suggestions d'extensions de ces études. L'objet de cette annexe est aussi d'affiner notre compréhension de l'effet causal du CIR sur les dépenses de R&D et autres variables.

Nous avons retenu quatre ensembles de problèmes. Le premier concerne la population d'entreprises étudiée à travers les questions de l'influence du secteur d'activité de l'entreprise et de la *marge extensive* du CIR (Section C.1). Le deuxième concerne la définition de la variable de *traitement* qui n'est jamais bien en adéquation aux règles de fonctionnement du CIR (Section C.2). Nous aborderons ensuite le problème assez général de variables omises, c'est-à-dire, de variables qui devraient être pris en compte dans l'évaluation, qu'elle soit *ex ante* ou *ex post* (Section C.3). Et enfin, nous aborderons la question plus complexe des externalités de R&D et des effets d'équilibre général (Section C.4).

C.1. Quelle population d'entreprises ?

Nous nous étonnons du rôle peu significatif de l'appartenance sectorielle sur l'effet du CIR. Nous faisons d'abord remarquer que l'appartenance sectorielle n'est pas prise en compte de la même manière, voire pas du tout dans l'étude de Cahu et *alii* (2010). Dans l'étude de Mulkay et Mairesse (2013), le secteur est pris en compte à travers l'utilisation d'indices de prix sectoriels pour déflater des variables observées au niveau de la firme. Dans les études *ex post*, le secteur est une variable d'appariement (au même titre que d'autres déterminants de la souscription au CIR tels que la taille, etc.) qui compte peu (cf. Sous-section 2.1.1). La question de l'appartenance sectorielle mérite quand même d'être creusée, notamment à la lumière de l'évolution de la part des créances au titre du CIR dans l'industrie manufacturière. D'après une étude du MENESR (2016b, p. 13), en 2013, 61% des créances vont à l'industrie manufacturière ; c'était 39% en 2006 (MENESR, 2008). Cette évolution reflète très probablement un changement dans les caractéristiques des entreprises qui souscrivent au CIR. Enfin, il serait bon de savoir si, dans les branches d'activité comme l'industrie pharmaceutique, où les dépenses de R&D (emploi R&D y compris) ont diminué sur la période 2007-2012, le CIR a eu l'effet

d'addition que l'on trouve en moyenne pour l'ensemble des secteurs. D'après Métivier et *alii* (2015), il y a un effet d'éviction.²⁹

Il n'existe pas d'estimation de l'effet de la réforme de 2008 sur la marge extensive. Et, à notre connaissance, il n'existe pas d'étude de l'effet du CIR sur la création d'entreprises. Seulement quelques témoignages ; voir Berger (2016, pp. 14-15) qui trouve que le CIR, parmi d'autres facteurs, incite des multinationales françaises à installer et maintenir leur division R&D en France. L'auteure suggère également une piste de recherche en affirmant que l'effet du CIR pourrait être plus grand chez les entreprises venues installer leur R&D en France et chez les entreprises française qui ne sont pas parties.³⁰ Mis à part Bozio et *alii* (2014) qui, à l'étape d'appariement, incluent une variable d'affiliation à un groupe étranger, la littérature n'a pas cherché à isoler le cas de ces entreprises. Or, l'effet du CIR sur la marge extensive est le seul qui compte au niveau de ces entreprises pour lesquelles il y a création d'un département R&D et perception d'une créance peu après l'installation (la mesure de cet effet devrait quand même tenir compte du fait que des entreprises sortent de la R&D).

C.2. Des règles de fonctionnement du CIR mal prises en compte

La prise en compte des règles de fonctionnement du CIR et de ses réformes est approximative dans quasiment toutes les études.³¹ Le tableau A de l'Annexe A qui détaille une partie de ces règles, permet de se rendre compte que la variable causale dont on veut mesurer l'effet, le dispositif du CIR, a changé de définitions de nombreuses fois au cours du temps (changements de formules de calcul, changements de taux dans ces formules, etc.). Mais également, que cette définition est plus sophistiquée que son codage dans les études (une variable dichotomique, des catégories de CIR ou des doses de CIR). Malheureusement, il est en pratique impossible de faire autant d'évaluations du CIR qu'il y a de définitions du CIR. Sur ce point, l'étude *ex ante* de Mulkay et Mairesse (2013) a une plus grande validité interne (voir Meyer, 1995, pour une définition) que les études *ex post*. Dans leur étude, la valeur du CUC R&D (la variable causale) varie avec le taux du CIR.

On notera aussi que les dépenses externalisées auprès d'institutions publiques de recherches peuvent être soumises à des taux et des plafonds différents pour le calcul de la créance CIR (MENESR, 2014). Cependant, elles ne sont pas distinguées des autres dépenses. *Idem* pour les entreprises entrant dans le système pour la première fois, puisqu'elles bénéficient d'un taux bonifié de 50% et de 40% pour la première et seconde année, respectivement. Par ailleurs, l'effet du CIR sur les PME ayant le statut de *jeunes entreprises innovantes* (JEI) n'est pas distingué de celui sur les entreprises qui n'ont pas ce statut. Or, les JEI (3080 entreprises en 2013 pour 112 millions d'euros

²⁹. Métivier et *alii* (2015) déduisent l'effet d'éviction du calcul d'un multiplicateur à la Mulkay et Mairesse (2013), mais appliqué à l'emploi de 2000 à 2010. Ce multiplicateur est très faible sur les chercheurs R&D (environ 0,6 emploi/10⁶€).

³⁰. De manière intéressante, l'auteure fait remarquer (p. 15) que le CIR n'est pas le seul facteur déterminant dans l'installation. Il y a aussi les écoles d'ingénieur donnant d'excellents diplômes. Sans ce second facteur, il n'y aurait aucune raison de garder, ou d'installer, pour une entreprise étrangère, sa R&D en France, surtout pour celles dont une grande part des ventes se font à l'étranger.

³¹. Claire Lelarge fait une remarque similaire dans son commentaire sur l'évaluation de Lhuillery et *alii* (2013). Le document est disponible sur le site du MENESR à l'adresse <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid49931/cir-statistiques-rapports-et-etudes.html>.

d'exonérations ; voir MENESR, 2016c), les nouvelles entreprises de moins de cinq ans et celles qui bénéficient de la réduction d'impôt au titre de leur statut de « PME de croissance » bénéficient du paiement immédiat du CIR. L'effet du CIR pourrait être différent de celui du CIR reporté sur l'ensemble des entreprises. D'ailleurs, Hallépée et Houlou Garcia (2012) montrent que les entreprises qui cumulent les dispositifs JEI avec d'autres dispositifs (y compris CIR) sont plus productives.

Enfin, aucune étude de la réforme de 2008 ne tient compte du rôle que joue le seuil des 100 millions d'euros de dépenses de R&D sur l'estimation de l'effet du CIR. L'effet du CIR pour une entreprise qui se trouve en-deçà de ce seuil est-il le même que pour une entreprise, en tout point similaire, hormis le fait qu'elle se trouve au-delà de ce seuil ? Du fait du changement de taux de 30% à 5%, la relation entre CIR et dépenses de R&D est affine par morceau et « coudée » vers le haut, de sorte que le CIR est globalement dégressif. C'est-à-dire,

$$\frac{CIR}{R\&D_{-1}} = \frac{25 \times 10^6 \text{€}}{R\&D_{-1}} + 0,05, R\&D_{-1} \geq 100 \times 10^6 \text{€}.$$

Pour $R\&D_{-1}$ égal à 80 millions d'euros, le ratio vaut bien sûr 0,3, mais pour $R\&D_{-1}$ égal à 150 millions d'euros, le ratio vaut 0,216. Un accroissement des dépenses de R&D de 1% augmente le CIR de 240 mille euros dans le premier cas. Mais, de seulement 25 mille euros dans le second. L'effet du CIR sur les dépenses de R&D ne devrait donc pas être le même selon que nous comparons des entreprises dont les dépenses de R&D sont inférieures ou supérieures au seuil des 100 millions.³² En pratique, les études *ex post* de la réforme de 2008 ignorent ce seuil. Il se peut que l'étape d'appariement exclue les entreprises dont les dépenses de R&D dépassent avoisinent les 100 millions d'euros. Car, à ce niveau il ne devrait y avoir que des bénéficiaires du CIR, donc, aucune évaluation possible (hormis pour le modèle de doses). C'est d'autant plus vrai que seulement 35 entreprises font au moins 100 millions d'euros en R&D en 2008 (c'est à peu-près la même chose en 2009, qui est la dernière année couverte par les bases de données de la majorité des études). Cette exclusion est problématique pour une autre raison. Quand nous additionnons les dépenses de R&D des entreprises qui font au moins 100 millions de R&D, nous obtenons un peu plus de 23 milliards de dépenses (European Commission, 2009), soit environ 87% de la DIRDE de 2009.

C.3. Variables omises

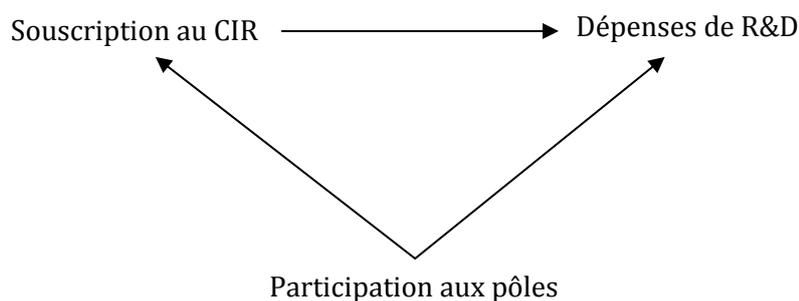
Il s'agit de variables qui devraient être incluses dans la procédure d'appariement des caractéristiques des entreprises qui souscrivent et ne souscrivent pas au CIR.

La première de ces variables est l'appartenance ou pas à un pôle de compétitivité. La question qui nous intéresse est celle de savoir si l'effet du CIR sur les dépenses de R&D est indépendant de l'appartenance à un pôle de compétitivité. L'évaluation *ex post* de Bellégo et Dortet-Bernadet (2014), qui étudie l'effet de la participation à un pôle de compétitivité sur les dépenses de R&D sur la période 2006-2009, révèle que les

³². Ce problème est exactement le même que celui des études de l'élasticité-prix de la demande d'un bien lorsque ce prix, au lieu d'être linéaire, est un tarif progressif ou dégressif.

montants de CIR déterminent la décision de participation.³³ Elle révèle également que, sur la même période, le taux de recours au CIR a augmenté de près de 11 points de pourcentage de plus dans les pôles que pour un ensemble comparable d'entreprises situées en dehors. Ainsi, la participation aux pôles pourrait influencer à la fois la décision de souscrire au CIR et les dépenses de R&D, ce que nous schématisons dans le graphique ci-dessous.

Graphique 5. L'influence de la participation aux pôles de compétitivité sur l'effet du CIR.



Sans contrôle de la participation à l'étape d'appariement, ce qui est le cas dans toutes les évaluations du CIR, l'effet estimé du CIR sur les dépenses de R&D est la somme d'un effet direct (celui qui nous intéresse) et d'un effet indirect *via* la décision de participation à un pôle (Angrist et Pischke, 2009).

Nous aimerions également discuter un point de l'étude de Margolis et Miotti (2015) qui est que les entreprises qui embauchent des docteurs, dans le cadre du DJD, ne peuvent avoir un effectif du personnel de recherche inférieur à celui de l'année précédente (voir le tableau A). En revanche, on ne sait rien des entreprises qui embauchent par exemple des ingénieurs, qui n'ont pas passé de doctorat. De la même manière que Duguet (2012), lorsqu'il étudie l'impact du CIR sur la variation des dépenses de R&D ne retient que des entreprises où cette variation est positive, Margolis et Miotti (2015) ne devraient retenir que des embauches dans des entreprises dont l'effectif ne diminue pas. Pour cela, il faudrait qu'ils possèdent des variables relatives à l'emploi dans les entreprises qui embauchent ces diplômés (des variables de la base des déclarations annuelles des données sociales, par exemple).

Nous avons vu dans la Sous-section 2.2.2 que l'étude de Lhuillery et *alii* (2013) portait sur l'effet de l'accroissement marginal de doses de CIR sur les dépenses de R&D d'entreprises qui ne reçoivent pas d'aides directes. Or, un des messages importants de l'étude de Marino et *alii* (2016) est que ces deux dispositifs ne devraient pas être étudiés séparément. En effet, cette étude révèle que l'effet d'un accroissement marginal de doses d'aides directes sur les dépenses de R&D n'est pas indépendant du fait que ces entreprises souscrivent ou pas du CIR. Plus précisément, l'étude révèle un effet

³³. La variable de montant de CIR est une des variables (observées en 2005) qui expliquent la participation des entreprises aux pôles. Notons quand même que ces auteurs n'ont pas pu séparer précisément l'effet des pôles de celui de la réforme du CIR en 2008.

d'éviction de l'investissement privé par les aides directes plus important chez les bénéficiaires du CIR. Nous en déduisons que l'effet de doses de CIR devrait être évalué non seulement pour des entreprises qui souscrivent au CIR et ne perçoivent pas d'aides directes. Mais aussi pour des groupes d'entreprises différenciés selon les montants d'aides directes qu'elles reçoivent.

C.4. Externalités, effets d'équilibre général

Si le CIR est efficace (il a un effet additif ou de levier), l'existence d'externalités positives de R&D (cf. Section 1.1) fait que l'activité de R&D des bénéficiaires du CIR devrait se répercuter non-seulement sur d'autres bénéficiaires, mais aussi sur des non-bénéficiaires. Or, dans les évaluations microéconométriques *ex post*, dont les auteurs estiment *in fine* un modèle sur des observations indépendantes et identiquement distribuées, ces effets ne sont pas pris en compte. La Cour des Comptes (2013, p. 77) va plus loin en soulignant que l'impact du CIR ne se résume pas à celui du multiplicateur. Pourtant, les retombées attendues sous forme d'externalités positives, en particulier les externalités sociétales ne sont pas retranscrites dans les études. Notons enfin que les coûts d'administration pour l'État ne sont pas pris en compte non plus. Ainsi, l'accroissement du coût du CIR est supposé ne pas se faire au détriment d'autres mesures d'incitation à innover.

D. Glossaire

Appariement : procédure qui consiste à ne retenir, parmi les entreprises qui souscrivent au CIR et les entreprises qui ne souscrivent pas, celles qui ont des caractéristiques observables « proches » (taille, secteur d'activité, etc.). Dans le cas d'un appariement exact, ces caractéristiques sont identiques. Sinon, l'appariement se fait en estimant, pour chaque entreprise, la probabilité de souscrire au CIR, conditionnellement à ces caractéristiques. Puis, à ne retenir que les entreprises dont les probabilités estimées sont dans un intervalle donné.

Biais de sélection : le biais de sélection est égal à la différence entre les dépenses de R&D des entreprises bénéficiaires du CIR si elles n'avaient pas souscrit et les dépenses de celles qui n'ont effectivement pas souscrit au CIR. Une explication ordinaire de ce biais est que les entreprises qui souscrivent ont des caractéristiques observables différentes de celles qui ne souscrivent pas. Par exemple, celles qui souscrivent sont plus grandes. Les dépenses de R&D étant liées positivement à la taille, ces entreprises auraient également fait plus de R&D si elles n'avaient pas souscrit au CIR. Cette différence serait nulle si la souscription au CIR était affectée au hasard dans la population des entreprises qui font de la R&D ; toutes les tailles seraient représentées à la fois chez les bénéficiaires et non bénéficiaires du CIR.

CIR : crédit d'impôt recherche (voir le Chapitre 1 pour une définition et le tableau A de l'annexe A pour les formules de calcul du CIR).

Contrefactuel : les dépenses de R&D contrefactuelles d'une entreprise bénéficiaire du CIR sont ses dépenses de R&D si elle n'avait pas bénéficié du CIR. Pour une entreprise qui ne bénéficie pas du CIR, ses dépenses contrefactuelles sont celles si elle avait bénéficié du CIR.

Coût d'utilisation du capital R&D : c'est le coût annuel de l'utilisation d'une unité de capital R&D. C'est aussi le prix (implicite) de location du capital R&D pendant un an (voir le modèle de Mulkay et Mairesse, 2011). En l'absence de toute imperfection de marché, il devrait être égal à la productivité marginale du capital R&D.

Effet d'addition (additionnalité) : dans les évaluations *ex post* du CIR, il y a additionnalité si un euro de CIR ajoute un euro aux dépenses de R&D, en moyenne, chez les bénéficiaires du CIR relativement aux entreprises qui n'ont pas souscrit au CIR. Dans les évaluations *ex ante* de la réforme de 2008, il y a additionnalité si la valeur du multiplicateur du CIR à la Mulkay et Mairesse est égale à 1. C'est-à-dire, si la différence entre les dépenses de R&D (avec et sans réforme) est égale à l'accroissement du montant du CIR (avec et sans réforme).

Effet d'aubaine (voir effet de substitution).

Effet d'entraînement : il n'a pas la même signification selon le type d'évaluation. Dans les évaluations *ex ante* de la réforme de 2008, il y a effet d'entraînement lorsque la différence entre les dépenses de R&D (avec et sans réforme) est supérieure à l'accroissement du montant du CIR (avec et sans réforme). Le ratio des deux est alors supérieur à 1. Dans les évaluations *ex post* (hors réforme de 2008), il y a effet

d'entraînement quand la différence entre les dépenses de R&D des bénéficiaires et des non-bénéficiaires (hors CIR) est supérieure aux CIR versé aux premiers. Le multiplicateur (ou une élasticité calculée à partir des variables de ce ratio) est supérieur à 1.

Effet d'éviction (voir effet de substitution).

Effet de levier (voir effet d'entraînement).

Effet de substitution : sa définition dépend du type d'évaluation. Dans les évaluations *ex ante* de la réforme de 2008, il y a effet de substitution quand la différence entre les dépenses de R&D avec et sans réforme est inférieure à l'accroissement du montant du CIR ; le ratio des deux est alors inférieur à 1. Dans les évaluations *ex post* du CIR (hors réforme de 2008) il y a effet de substitution quand la différence entre les dépenses de R&D des bénéficiaires et des non-bénéficiaires est inférieure aux CIR versé aux premiers. Le multiplicateur calculé à partir des variables de ce ratio est alors inférieur à 1. Il ne faut pas confondre l'effet de substitution avec la fraude fiscale, quand une entreprise requalifie abusivement de l'emploi non-R&D en R&D ou déclare des dépenses de R&D qui ne sont pas éligibles (Cour des Comptes, 2013).

Effort de R&D (voir intensité de R&D).

Innovation technologique : nous faisons ici référence à l'innovation technologique de produit (biens et services) ou de procédé (voir CNEPI, 2016, p. 11 pour une définition plus détaillée et en rapport avec les innovations non-technologiques). En ce qui concerne les activités d'innovation hors R&D, le CIR ne concerne que les innovations de bien.

Intensité de R&D : dans une entreprise, l'intensité de R&D est le ratio entre les dépenses de R&D et le chiffre d'affaires (ou une variable approchant de la taille de l'entreprise). Au niveau macroéconomique, où l'on prend le ratio entre la DIRDE et le PIB, on parle d'effort de R&D.

Jeunes entreprises innovantes : dispositif créé en 2004, qui permet à de jeunes PME de moins de 8 ans et dont plus de 15% des charges sont des dépenses de recherche, de bénéficier d'exonérations d'impôt sur les sociétés et notamment d'exonération de taxe foncière sur les propriétés bâties pendant 7 ans, sur délibération des collectivités territoriales. Le projet de loi de finance pour 2017 l'a reconduit jusqu'au 31 décembre 2019. Le lecteur pourra consulter le travail de Hallépée et Houlou Garcia (2012) pour connaître les autres conditions au statut de jeune entreprise innovante.

Marge extensive : dans ce rapport, il s'agit de l'effet de la réforme du CIR en 2008 attribuable à l'entrée de nouvelles entreprises dans le dispositif.

Marge intensive : effet de la réforme de 2008 chez les entreprises qui souscrivaient déjà au CIR.

Microentreprise (voir PME).

Multiplicateur du CIR : il existe plusieurs formules de multiplicateurs. Nous retenons deux définitions dans ce rapport. Le multiplicateur M_T de Duguet (2012, p. 420) qui, pour une année donnée, se calcule en rapportant la différence de dépenses de R&D des bénéficiaires du CIR (relativement aux non-bénéficiaires) au CIR. Et, le multiplicateur de Mulkay et Mairesse (2013) qui est le ratio entre la différence des dépenses de R&D (avec et sans réforme) et la différence de coût du CIR (avec et sans réforme).

Nomenclature PCS : nomenclature des professions et catégories socioprofessionnelles. Elle remplace la nomenclature CSP, depuis 1982 ; voir <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1493>.

PME (au sens communautaire) : entreprise employant moins de 250 salariés. La PME inclut trois catégories : la microentreprise (moins de 10 personnes et un chiffre d'affaires annuel ou bilan n'excédant pas deux millions d'euros), la petite entreprise (emploie moins de 50 personnes et son chiffre d'affaires ou son bilan n'excède pas 10 millions d'euros) et la moyenne entreprise (emploie moins de 250 personnes et son chiffre d'affaires n'excède pas 50 millions d'euros ou son bilan n'excède pas 43 millions d'euros) ; voir Journal Officiel de l'Union Européenne (2003).

Pôles de compétitivité : lancés en France fin 2004, ils sont associés à des territoires bien identifiés et des thématiques ciblées. Un pôle de compétitivité a vocation à soutenir l'innovation en favorisant le développement de projets collaboratifs de R&D innovants. Les pôles donnent notamment la possibilité de participer à des appels d'offre dédiés pour obtenir le financement de projets de R&D coopératifs (une PME avec au moins un laboratoire de recherche, etc.) ; voir <http://competitivite.gouv.fr> et Dang et Longhi (2009).

Bibliographie

- Angrist, J. et Pischke, J. (2009). *Mostly Harmless Econometrics - An Empiricist's Companion*. (1^{ère} éd.): Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Bellégo, C. et Dortet-Bernadet, V. (2014). L'impact de la participation aux pôles de compétitivité sur les PME et les ETI. *Economie et Statistique*, 471, 65-83.
- Berger, S. (2016). Reforms in the French industrial ecosystem : Ministère de l'Economie, de l'Industrie et du Numérique et Secrétariat d'État à l'Enseignement Supérieur et à la Recherche.
- Bozio, A., Irac, D. et Py, L. (2014). Impact of research tax credit on R&D and innovation: evidence from the 2008 French reform. Document de travail 532 : Banque de France.
- Business France (2016). Rapport sur l'internationalisation de l'économie française - Bilan 2015 des investissements étrangers en France.
- Cahu, P., Demmou, L. et Massé, E. (2010). L'impact macroéconomique de la réforme de 2008 du crédit d'impôt recherche. *Revue Economique*, 61, 313-339.
- CNEPI (2016). Quinze ans de politiques d'innovation en France : France Stratégie.
- Coe, D. et Helpman, E. (1995). International R&D spillovers. *European Economic Review*, 39, 859-887.
- Cour des Comptes (2013). L'évolution et les conditions de maîtrise du crédit d'impôt en faveur de la recherche.
- D'Autume, A. (2002). *Dictionnaire des Grandes Oeuvres Économiques* : Dalloz, Paris.
- Dang, R.-J. et Longhi, C. (2009). Clusters et stratégies de clusters : le cas du pôle de compétitivité « Solutions communicantes sécurisées ». *Revue d'Economie Industrielle*, 128, 121-152.
- DRIC (2016). L'état du tissu productif français : absence de reprise ou véritable décrochage ? *Policy Brief*, 6, OFCE.
- Duguet, E. (2012). The effect of the incremental R&D tax credit on the private funding of R&D: an econometric evaluation on French firm level data. *Revue d'Economie Politique*, 122, 405-435.
- European Commission (2016). The 2016 EU Industrial R&D Investment Scoreboard. Dernier accès le 18/02/2017.
- European Commission (2009). The 2009 EU Industrial R&D Investment Scoreboard. Dernier accès le 01/03/2017.
- Guillou, S. (2017). La politique industrielle européenne, petite soeur de la politique de la concurrence, in *L'Economie Européenne 2017*, OFCE (éd.) : La Découverte, Paris, 33-43.
- Guillou, S. et Salies, E. (2015). Le crédit d'impôt recherche en débat. *Note de l'OFCE*, 55.
- Hall, B. (2002). The financing of research and development. *Oxford Review of Economic Policy*, 18, 35-51.
- Hallépée, S. et Houlou Garcia, A. (2012). Évaluation du dispositif JEI : DGCIS.
- Hooge, S. et Stasia, R. (2016). *Performance de la R&D et de l'innovation - Du contrôle de gestion à la gestion contrôlée* (1^{ère} éd.) : Presses des Mines - Transvalor.
- Journal Officiel de l'Union Européenne (2003). Recommandation de la Commission du 6 mai 2003 concernant la définition des micro, petites et moyennes entreprises, 2003/361/EC, C(2003) 1422, 36-41.
- Le Ru, N. (2012). Un déficit d'effort de recherche des entreprises française ? Comparaison France-Allemagne, 12-09 : MESR.
- Lhuillery, S., Marino, M. et Parrotta, P. (2013). Évaluation de l'impact des aides directes et indirectes à la R&D en France : MENESR.
- Mahaffy, S. (2013). The case for tax: a comparative approach to innovation policy. *The Yale Law Journal*, 123, 812-860.
- Margolis, D. et Miotti, L. (2015). Évaluation de l'impact du dispositif « jeunes docteurs » du crédit d'impôt recherche : MENESR.

- Marino, M., Lhuillery, S., Parrotta, P. et Sala, D. (2016). Additionality or crowding-out? An overall evaluation of public R&D subsidy on private R&D expenditure. *Research Policy*, 45, 1715-1730.
- MENESR (2008). Le crédit d'impôt recherche en 2006.
- MENESR (2014). Développement et impact du crédit d'impôt recherche : 1983-2011.
- MENESR (2016a). Guide du crédit d'impôt recherche 2016.
- MENESR (2016b). Le crédit d'impôt recherche en 2013.
- MENESR (2016c). L'état de l'enseignement supérieur et de la recherche en France – 50 indicateurs, 9.
- Métivier, F., Lemaire, P. et Riot, E. (2015). CIR et R&D : efficacité du dispositif depuis la réforme de 2008 : Sciences en Marche.
- Meyer, B.D. (1995). Natural and quasi-experiments in economics. *Journal of Business & Economic Statistics*, 13, 151-160.
- Mulkay, B. et Mairesse, J. (2011). Évaluation de l'impact du crédit d'impôt recherche : MENESR.
- Mulkay, B. et Mairesse, J. (2013). The R&D tax credit in France: assessment and *ex ante* evaluation of the 2008 reform. *Oxford Economic Papers*, 65, 746-766.
- Neubig, T., Galindo-Rueda, F. et Appelt, S. (2016). Fiscal incentives for R&D and innovation in a diverse world. *OECD Taxation Working Papers*, 27.
- OCDE (2005). *Manuel d'Oslo - Principes directeurs pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation* (3^e éd.).
- Rosenbaum, P. (2010). *Observational Studies*: Springer-Verlag, USA, New York.