

DIGITALES ARCHIV

ZBW – Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
ZBW – Leibniz Information Centre for Economics

Gibert, Romain

Thesis

Coopération en R&D et politiques publiques de soutien à l'innovation

Reference: Gibert, Romain (2019). Coopération en R&D et politiques publiques de soutien à l'innovation. Caen.

This Version is available at:
<http://hdl.handle.net/11159/3595>

Kontakt/Contact

ZBW – Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft/Leibniz Information Centre for Economics
Düsternbrooker Weg 120
24105 Kiel (Germany)
E-Mail: [rights\[at\]zbw.eu](mailto:rights[at]zbw.eu)
<https://www.zbw.eu/econis-archiv/>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Dieses Dokument darf zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen. Sofern für das Dokument eine Open-Content-Lizenz verwendet wurde, so gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

<https://zbw.eu/econis-archiv/termsfuse>

Terms of use:

This document may be saved and copied for your personal and scholarly purposes. You are not to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public. If the document is made available under a Creative Commons Licence you may exercise further usage rights as specified in the licence.



Coopération en R&D et politiques publiques de soutien à l'innovation.

Romain Gibert

► **To cite this version:**

Romain Gibert. Coopération en R&D et politiques publiques de soutien à l'innovation.. Economies et finances. Normandie Université, 2019. Français. NNT : 2019NORMR054 . tel-02366209

HAL Id: tel-02366209

<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02366209>

Submitted on 15 Nov 2019

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

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



Normandie Université

THÈSE

Pour obtenir le diplôme de doctorat
Spécialité Sciences économiques

Préparée au sein de l'Université de Rouen Normandie

**Coopération en R&D et politiques publiques
de soutien à l'innovation.**

Présentée et soutenue par
Romain GIBERT

Thèse soutenue publiquement le 15/10/19 devant le jury composé de

Jean-Christophe POUDOU,	PU, Université de Montpellier, MRE	Rapporteur
Emmanuelle TAUGOURDEAU,	CR CNRS HDR, ENS Paris-Saclay, CRES	Rapporteure
Vincent IEHLÉ,	PU, Université de Rouen, CREAM	Examinateur
Stéphane LHUILLERY,	E-C HDR, NEOMA BS Reims, BETA	Examinateur
Matthieu MANANT,	MCF, Université Paris-Sud, RITM	Examinateur
Marie-Laure CABON-DHERSIN,	PU, Université de Rouen, CREAM	Examinatrice

Thèse dirigée par

**Marie-Laure CABON-DHERSIN, Professeur,
Université de Rouen Normandie, CREAM**



**Coopération en R&D et politiques
publiques de soutien à
l'innovation.**

Romain GIBERT

Sous la direction de

**Marie-Laure CABON-DHERSIN, Professeur,
Université de Rouen Normandie, CREAM**

Avertissement

L'université de Rouen Normandie n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans cette thèse. Ces opinions doivent être considérées comme propres à leur auteur.

Résumé

Partant d'un manque de consensus académique quant à l'efficacité des différents dispositifs de soutien à l'innovation, cette thèse s'intéresse aux politiques de financement de la R&D dans un contexte où les entreprises peuvent coordonner leurs efforts de R&D et se rapprocher d'un secteur public de la recherche. Dans une première partie, nous présentons des éléments de la littérature économique sur les mesures incitatives de promotion de la R&D. Nous choisissons par ailleurs de contextualiser notre approche autour de la politique des pôles de compétitivité menée en France. Dans une seconde partie, nous proposons une modélisation théorique originale, à même d'étudier conjointement trois instruments publics de soutien à la R&D : encouragement aux stratégies coopératives de R&D, soutien financier à la R&D privée et soutien financier au secteur public de la recherche. Nos résultats théoriques nous permettent ainsi de proposer plusieurs recommandations de politique publique. Premièrement, nous mettons en avant le rejet de tout effet d'éviction de l'intervention publique sur les activités privées de recherche. Nous montrons également qu'une politique de financement d'un secteur public de la recherche peut représenter une alternative efficace à la politique visant à soutenir la R&D privée, sous condition que la recherche publique génère d'importants effets de débordement. Enfin, la répartition optimale du budget public destiné au soutien à l'innovation s'avère être plus généreuse envers le secteur public à mesure que les entreprises privées se situent à proximité de l'acteur public de la recherche. A l'inverse, le soutien public à l'innovation doit se faire davantage en faveur des entreprises privées à mesure que ces dernières sont soumises à une concurrence forte et à des difficultés d'appropriation de leur recherche.

Mots-clefs : Economie de la connaissance, Externalité de connaissance, Recherche publique et privée, Coopération en R&D, Politique de recherche.

Codes JEL : 031, 038, H4, L51, J48.

Remerciements

En premier lieu, je souhaite remercier ma directrice de thèse, Marie-Laure Cabon-Dhersin, pour ses nombreux conseils et son accompagnement au cours de ces années de thèse. J'ai particulièrement apprécié sa rigueur et ses efforts de pédagogie qui ont pleinement participé à l'aboutissement du difficile exercice que représente la thèse de doctorat.

Je tiens également à remercier l'ensemble des membres du jury pour le temps consacré à la lecture de mes travaux de recherche et en particulier les deux rapporteurs, pour leurs commentaires et suggestions.

Mes pensées vont également aux collègues rencontrés durant mon parcours doctoral au sein du laboratoire CREAM, nos échanges ont bien entendu contribué à enrichir mes travaux de recherche.

Bien évidemment, je remercie également la direction et l'équipe du laboratoire CREAM s'agissant des conditions de travail privilégiées qui m'ont été offertes. J'en profite par ailleurs pour remercier la Région Normandie concernant l'allocation de recherche que cette dernière m'a octroyée dans le cadre de mon contrat doctoral.

Je remercie tout particulièrement mes collègues Paul, Ambre, Jonas et Apolline, pour leurs relectures. Egalement, rappelons que la thèse s'apparente à un exercice d'endurance en solitaire, ce qui explique que ces moments de partage entre collègues ont été si précieux pour moi et la réussite de ce projet.

Sur un plan plus personnel, je tiens à remercier ma famille et en premier lieu mes parents. Rien ne me prédestinait à un long parcours universitaire, sans leurs encouragements et leur soutien matériel je n'y serais jamais arrivé : cette réussite est également la leur.

REMERCIEMENTS

Pour conclure ces remerciements, je rappellerai non sans une certaine émotion que mener de front une thèse, une activité enseignante et une vie de famille peut parfois être chose impossible, et c'est justement ma femme et ma petite Eloïse qui en ont le plus pâti. Notre foyer a grandi en même temps que mon projet scientifique, le premier servant de socle solide à l'épanouissement du second. Pour votre patience, votre dévouement et vos encouragements, ces vacances où je n'ai pu vous accompagner, vous êtes mes soutiens les plus fidèles et je ne vous en remercierai jamais assez.

"Les problèmes du monde ne peuvent être résolus par des sceptiques ou des cyniques dont les horizons sont limités par les réalités évidentes. Nous avons besoin d'hommes qui peuvent rêver de choses qui n'ont jamais existé."

John F. Kennedy

À ma fille Éloïse.

Introduction générale

Dans la publication annuelle de l'OCDE sur l'innovation¹, le secrétaire général *Angel GURRIA* débutait son introduction avec les propos suivants. "L'innovation représente pour les pays un levier de compétitivité, de réactivité face au changement et d'amélioration du niveau de vie. Elle jette les bases de la création d'entreprises et d'emplois nouveaux, et aide à affronter les défis sociétaux et mondiaux urgents, dans les domaines tels que la santé, le changement climatique ou la sécurité énergétique et alimentaire". Il apporte en ces mots un éclairage tout particulier sur l'indéniable nécessité d'innovation de nos entreprises et de nos sociétés.

L'innovation est effectivement reconnue comme vecteur de croissance pour les économies industrialisées, que ce soit du PIB ou du niveau de vie ([Encaoua et al., 2004](#); [Foray, 2010](#)). En effet, à partir des investissements en capital physique ou incorporel qu'elles génèrent, les activités de R&D sont à l'origine de progrès technologique et de gains de productivité à même d'expliquer en majorité la croissance du PIB des pays de l'OCDE². Mais également, comme le souligne les propos du directeur *GURRIA*, l'innovation est un instrument de réponse aux différents défis posés par les mutations environnementales, numériques et sociologiques en tous genres à l'échelle mondiale. Comment ne pas espérer en une technologie révolutionnaire nous permettant de réduire notre empreinte écologique ou bien encore de disposer d'un traitement médical permettant, grâce notamment aux recherches génomiques, de réduire la mortalité liée au cancer ou de repousser une fois de plus l'espérance de vie? Indubitablement, l'innovation représente cette capacité pour l'humanité de repousser la frontière des possibles, puisque comme le disait le professeur *Peter Drucker*, "le meilleur moyen de prédire le futur, c'est de le créer" ([Drucker, 2014](#)).

1. Voir le rapport de 2018 intitulé "*Science, technologie et innovation : Perspectives de l'OCDE*".

2. Dans son rapport de 2016 sur l'impératif d'innovation, l'OCDE estime qu'entre 1995 et 2013, 0.35 point de croissance du PIB des pays de l'OCDE peut être attribué aux seuls investissements dans le capital *TIC*, entre 0.5 point pour l'UE et 0.9 pour les USA attribués aux investissements en capital intellectuel et enfin, la contribution la plus importante passe par l'amélioration de la productivité multifactorielle en général, qui explique 0.7 point de PIB des pays de l'OCDE. Pour une revue de la littérature empirique sur la relation entre innovation et croissance économique, voir les travaux de [Becker \(2015\)](#)

Bien que l'exigence d'innovation ne soit dès lors plus à démontrer, nous devons rappeler que la production de connaissances, ou de procédés nouveaux, n'est pas automatique et que l'intervention de l'Etat peut alors devenir nécessaire selon certains aspects. Pour commencer, rappelons la distinction fondamentale entre recherche et développement d'un côté et innovation de l'autre. A ce sujet, la troisième édition du manuel d'Oslo décrit de manière rigoureuse l'innovation, la définissant ainsi comme "la mise en oeuvre d'un produit ou d'un procédé, nouveau ou sensiblement amélioré". Tandis que dans son ouvrage de référence, [Frascati \(2002\)](#) définit la R&D comme rassemblant "les travaux de création entrepris de façon systématique en vue d'accroître la somme des connaissances, y compris la connaissance de l'homme, de la culture et de la société, ainsi que l'utilisation de cette somme de connaissances pour de nouvelles applications". Cette distinction met en avant le principe selon lequel l'innovation serait une finalité des processus de R&D, principe à même d'apporter un regard particulier sur les politiques d'innovation.

Justement la France, et c'est indéniable, est historiquement une nation d'entrepreneurs et de chercheurs comme en témoignent les nombreuses personnalités ayant participé à de grandes avancées : les frères Lumière, Pierre et Marie Curie, Pasteur, Dassault etc. Et encore de nos jours, le vivier d'innovateurs ne se tarit pas puisqu'en novembre 2015, selon Deloitte, la France est sacrée, pour la 6^e année consécutive, pays européen accueillant le plus grand nombre de start-ups (86) parmi les 500 sociétés technologiques européennes connaissant la plus forte croissance d'Europe. Est-ce cependant suffisant afin de paraître parmi les leaders mondiaux de l'Innovation ? Force est de constater que depuis de nombreuses années, la France ne fait plus partie de ces grandes nations de l'innovation. En effet, selon le classement indice mondial de l'innovation 2018 (IMI) ³, l'Hexagone, bien que présent dans le *top 25* des pays innovateurs, ne se positionne qu'au seizième rang mondial. Malgré des objectifs politiques affichés, tant au niveau national qu'europpéen, la France n'atteint toujours pas le seuil des 3% de PIB s'agissant de ses dépenses de R&D intérieures. Pire, malgré un système national de soutien à la recherche parmi les plus complets du monde, comme l'attestent les nombreuses aides financières ainsi que les laboratoires et chercheurs reconnus dans le monde entier, la France semble régresser dans de nombreux classements mondiaux contrairement à ses concurrents directs tels l'Allemagne, le Royaume Uni ou les Etats-Unis. En conséquence, comment expliquer qu'au delà

3. L'Indice mondial de l'innovation, qui en est à sa onzième édition, est un outil quantitatif détaillé destiné à aider les décideurs du monde entier à mieux comprendre comment stimuler l'activité inventive. L'indice établit un classement de 126 pays en s'appuyant sur 80 indicateurs allant du nombre de demandes de titres de propriété intellectuelle déposées aux dépenses en matière d'éducation et aux publications scientifiques et techniques.

de ces efforts de politiques publiques, la situation Française ne s'améliore pas? Ce constat apporte de nombreuses questions concernant la légitimité de l'intervention publique et de ses instruments, auxquels la littérature économique peut apporter un regard particulier.

Commençons pour cela par un rappel du principe d'externalités inhérent à toutes activités de recherche. Comme nous l'expliquerons dans la première partie de cette thèse, les activités de R&D profitent non seulement aux entreprises qui les conduisent, mais également à l'ensemble de la société en raison des externalités positives qu'elles impliquent (Stiglitz and Rosengard, 2015). Ces externalités, appelées également retombées technologiques, ou *spillovers*, sont la conséquence d'une appropriation partielle des connaissances tirées d'efforts d'investissement de la firme par ses concurrentes (Arrow, 1962). De fait, ces externalités, bien que bénéfiques pour la collectivité, conduisent les entreprises à sous-investir en R&D et à adopter des comportements de "passager clandestin". L'écart empirique observé entre le bénéfice social et le bénéfice privé de l'innovation est d'ailleurs aujourd'hui chose admise des économistes mais aussi des décideurs publics (Bloom et al., 2013). Qui plus est, rappelons que si l'innovation est indispensable à l'élévation du niveau de vie d'une société (bien-être), via les avancées technologiques et sociales qu'elle permet, les entreprises peuvent ne pas être en mesure d'entreprendre des activités de R&D pourtant socialement indispensables, en raison du faible rendement économique anticipé de ces investissements en R&D. Par conséquent, en raison de la condition de profitabilité régissant les décisions des entreprises privées, la société se trouverait privée de ces diverses améliorations de son niveau de vie⁴.

Ce résumé simplifié des défaillances de marché inhérentes aux activités de recherche, rappelle indéniablement la nécessité d'une intervention efficace des décideurs publics. Se pose dès lors la question de l'efficacité et des modalités de cette intervention publique. Dans l'objectif de soutenir l'effort de R&D nécessaire à la croissance économique et à une meilleure compétitivité des pays, les gouvernements disposent de plusieurs instruments de politique publique. Au premier rang desquels on retrouve la mise à disposition d'outils juridiques de protection de l'innovation : brevets, licences. L'entreprise peut effectivement exploiter seule son innovation et ainsi tirer bénéfice de cette situation de monopole temporaire. Une autre mesure peut

4. Nous concentrerons l'analyse de la seconde partie sur les seuls instruments à la disposition des décideurs publics leur permettant de résoudre ce déficit d'incitations privées à investir en R&D, lié aux principales défaillances de marché (cf Partie 1). Par conséquent, nous laisserons de côté l'étude de l'ensemble des actions publiques concernant l'établissement de grandes stratégies d'avenir en termes d'innovation à même de déployer les efforts privés et publics de recherche vers des secteurs jugés prioritaires pour le développement de la société (environnement, santé, etc.).

conduire l'Etat à proposer des aides financières directes ; subventions versées aux entreprises sélectionnées, ou indirectes ; avantages fiscaux offerts à toutes les entreprises répondant à des critères bien définis et exerçant une activité de recherche. Enfin, les accords de coopération en R&D entre des entreprises éventuellement concurrentes (accords horizontaux), ou de coopération entre les secteurs public et privé, permettent d'élever les niveaux de R&D en internalisant les *spillovers*.

Depuis une quinzaine d'années, les initiatives politiques constatées dans de nombreux pays de l'OCDE, combinent simultanément ces différents dispositifs de soutien à l'innovation (Martin, 2016). En effet, les décideurs publics conditionnent de plus en plus l'attribution d'aides aux entreprises, à la participation de celles-ci à des projets collaboratifs de R&D. En témoigne la politique des *pôles de compétitivité* en France (chapitre 2), initiée en 2004, visant à rassembler sur un territoire bien identifié et une thématique donnée, des entreprises et des laboratoires publics développant des projets communs de R&D. Depuis 2005, les appels à projets des pôles de compétitivité ont ainsi permis le soutien cumulé de 1 816 projets, correspondant à un montant total de dépenses de R&D de près de 7,5 milliards d'euros, pour un financement public de 3 milliards d'euros dont plus de 1,7 par l'État. Les collectivités locales ont également apporté leur contribution à ces projets collaboratifs financés par le FUI, en partenariat avec ce dernier. Qui plus est, des exonérations particulières peuvent être accordées aux entreprises sous conditions de localisation dans ces pôles.

L'objet de la première partie de cette thèse, "mise en perspectives théoriques et empiriques des politiques de soutien à l'innovation", sera de revenir plus particulièrement sur la justification de l'intervention de l'Etat (section 1.1), et ses différentes déclinaisons, concernant les politiques de soutien de la R&D. Pour ce faire, nous débuterons dans un premier temps par une présentation de la littérature académique en vigueur (chapitre 1), puis nous poursuivrons l'analyse par une présentation de la politique des pôles de compétitivité en France (chapitre 2).

Il est remarquable que la littérature porte une attention plus ou moins importante à chacun des dispositifs de soutien à la R&D, mais systématiquement à partir d'analyses séparées de chaque dispositif. Tout d'abord, rappelons que les travaux portant sur l'intérêt d'un cadre juridique en capacité de protéger les entreprises détenant une innovation sont anciens (section 1.2). On peut de ce fait repartir de la *prédiction* de Schumpeter (1942) qui plaçait le monopole comme la structure de marché privilégiée à la production de l'innovation. Il défendait ainsi l'idée selon laquelle les grandes entreprises, ou les monopoles, étaient l'impulsion principale de ce qu'il nommait le progrès technologique. Les monopoles deviennent alors *un mal légitime*,

puisque ce serait à cette seule condition qu'une entreprise disposerait d'une meilleure appropriation des retombées de son innovation, solutionnant de fait le problème du déficit d'incitations à investir en R&D. Cette logique a été longuement reprise par la littérature empirique avec des résultats ambigus. Si son efficacité comme instrument favorisant l'innovation semble ne plus être à démontrer ([Kortum and Lerner, 1999](#); [Fang et al., 2017](#)), ce dernier est également critiqué en raison de ses répercussions négatives sur les innovations futures, lesquelles seraient en quelque sorte limitées par cette réglementation juridique ([Thurow, 1997](#); [Granstrand, 1999](#); [Corbel et al., 2011](#); [Acemoglu and Akcigit, 2012](#)).

Le second instrument avancé, à savoir les mécanismes de la coopération en R&D (section 1.4), a sans doute été le plus étudié depuis les années 80 ([d'Aspremont and Jacquemin, 1988](#); [Amir, 2000](#); [Amir et al., 2002, 2003](#); [Katz, 1986](#); [Kamien et al., 1992](#); [Autant-Bernard, 2001](#); [Norman and Pepall, 2004](#); [Huergo et al., 2016](#); [Xing, 2018](#); [Valero and Van Reenen, 2019](#))⁵. De ces travaux, il apparaît qu'au delà d'un certain niveau d'appropriation des connaissances technologiques (c'est à dire un degré-seuil de *spillovers*), l'effort de R&D coopératif l'emporte sur l'effort de non-coopération. Par ailleurs, il ressort également que l'investissement de R&D croît avec le degré de *spillovers* lorsque les firmes coopèrent alors qu'il décroît lorsque ces dernières ne coopèrent pas. Dans un second temps (section 1.5), cette analyse des avantages de la coopération entre acteurs privés de la R&D a été élargie aux partenariats public-privé ([Poyago-Theotoky et al., 2002](#); [Beath et al., 2003](#); [Poyago-Theotoky, 2009](#); [Gil-Molto et al., 2011](#); [Gil-Moltó et al., 2018](#)). Au regard de nombreux travaux empiriques, il a ainsi été prouvé que les résultats de recherche du secteur public émanant des divers laboratoires publics, ou universités, profitaient positivement au secteur privé de la recherche et représentaient une force de développement des activités économiques ([Jaffe, 1989](#); [Audretsch et al., 2002](#); [Autant-Bernard, 2001](#); [Cohen et al., 1994](#); [Veugelers and Cassiman, 2005](#); [Boufaden and Plunket, 2007](#); [Scandura, 2016](#); [Aristei et al., 2016](#)).

Enfin, un dernier pan de la littérature s'est intéressé plus particulièrement à l'ensemble des politiques de subventions, ou aux avantages fiscaux favorables à l'effort d'innovation ([Leahy and Neary, 1997](#); [Hinloopen, 1997, 2000a](#); [Inci, 2009](#); [Lee et al., 2017](#); [Gil-Moltó et al., 2018](#)). Sur ce sujet, les travaux de recherche se sont beaucoup orientés sur les aspects macroéconomiques qui s'inscrivent par ailleurs dans les problématiques posées par les théories de la croissance endogène ([Aghion and Howitt, 2008, 2017](#)). Dans les faits, si les gouvernements tentent d'allouer des res-

5. Pour une revue plus complète se reporter aux travaux de [Marinucci \(2012\)](#).

sources publiques en faveur d'activités de R&D qui n'auraient pu être réalisées en l'absence du soutien public, il se peut que les entreprises privées bénéficiaires en profitent pour substituer les investissements en R&D déjà prévus par les ressources publiques allouées. En conséquence, l'allocation d'une subvention peut générer un effet dit *d'éviction* qui est également un effet *d'aubaine* pour l'entreprise qui a reçu l'aide (section 1.3). La littérature empirique en vigueur n'arrive aujourd'hui toujours pas à émettre un consensus concernant le bien-fondé de cette politique de subvention. Si certaines études déterminent effectivement un effet positif et significatif des subventions publiques allouées sur les investissements privés de recherche, à savoir un effet *d'additionnalité*, (Busom, 2000; Feldman and Kelley, 2006; Guellec and Van Pottelsberghe De La Potterie, 2003; González and Pazó, 2008; Gussoni and Mangani, 2010; Takalo et al., 2013), d'autres estiment au contraire que cette subvention publique allouée à la recherche privée ne représente qu'un *effet d'éviction* sur la recherche privée (David et al., 2000; Görg and Strobl, 2007; Hud and Hussinger, 2015; Marino et al., 2016). Sur le plan théorique, les travaux concluent pour leur part à l'efficacité d'une politique de soutien financier à la R&D des firmes par le biais d'une subvention afin de résoudre le déficit d'incitations à investir en R&D. On retrouve différentes modélisations théoriques suivant que la subvention soit fonction de l'output de recherche des firmes (Leahy and Neary, 1997; Hinloopen, 1997, 2000a,b) ou fonction des dépenses de recherche de ces dernières (Atallah, 2014; Inci, 2009; Capuano and Grassi, 2019).

Malgré l'engouement récent des Etats pour les politiques de clusters comme stratégie principale de soutien à l'innovation, peu de travaux vont associer les deux pans de la littérature évoqués ci-dessus : la coopération (entre firmes mais aussi entre firmes et secteur public de la recherche) et l'attribution de subvention. Dans un travail théorique, Hinloopen (1997, 2000a, 2001) s'intéresse à l'effet d'une subvention (financée par une taxe) fonction des niveaux de R&D selon que les firmes coopèrent ou non. Néanmoins, l'acteur public de la recherche n'est jamais pris en considération hormis dans un travail récent de Marinucci (2014) adoptant une approche en réseau.

Il est à remarquer que de ces deux premiers chapitres se dégage clairement un besoin de comparaison de l'efficacité de ces différents dispositifs de la politique d'innovation. Si la littérature économique traite effectivement différemment chacun de ces instruments de politique publique, ce qui se traduit suivant les cas par des préconisations de politiques publiques relativement consensuelles, l'efficacité comparée de chaque dispositif n'est en rien étudiée. En conséquence de quoi, il nous semble nécessaire, de surcroît dans le contexte d'une demande d'efficacité de la dépense

publique (rationalisation du budget public), de procéder à une étude comparative de ces différents outils à disposition des acteurs publics dans l'objectif de soutenir le plus efficacement l'innovation.

La seconde partie de cette thèse, "les politiques de financements de la R&D : fondements théoriques et comparaisons", se différencie justement de la littérature théorique en vigueur en cela que nous étudierons conjointement l'effet de la coopération en R&D et du financement public de la recherche en présence d'externalités de connaissance⁶. Cette coopération en R&D sera étudiée dans les deux configurations envisagées ci-dessus : partenariats privé-privé et public-privé. Le financement public de la recherche sera également traité selon les deux formes présentées préalablement, soutien financier au secteur privé ou financement du secteur public de recherche. Pour ce faire, nous intégrons à la modélisation habituelle un décideur public, *agent-plannificateur*, dont la particularité sera de décider la politique publique de soutien à l'innovation optimale du point de vue collectif.

Afin d'éclairer ces liens entre politiques de subvention et coopération en R&D impliquant ou non un secteur public de la recherche, nous procéderons de la façon suivante. Nous commencerons dans un premier chapitre (chapitre 3) par proposer un cadre d'analyse permettant de considérer la coopération en R&D entre firmes concurrentes bénéficiant d'une subvention socialement optimale, proportionnelle à leur niveau d'investissement entrepris en R&D. Dans un second temps (chapitre 4), nous nous proposons d'intégrer à cette analyse un secteur public de la recherche, générant des externalités de connaissance sur la recherche privée et guidé par un objectif de maximisation du bien-être. Ici, c'est l'investissement public qui permet de soutenir l'investissement privé de R&D. Ce montant d'investissement public de recherche est choisi de manière à maximiser le bien-être social en considérant que le coût de l'investissement public est entièrement pris en charge par l'Etat. La question est alors de savoir si financer directement un secteur public de la recherche est plus ou moins efficace que de subventionner la recherche privée, selon que les firmes coopèrent ou non en R&D. Puis, dans le dernier chapitre (chapitre 5), nous nous proposons d'étudier l'impact d'une *politique mixte* combinant à la fois subvention au secteur privé de la recherche et investissement public de recherche. Nous pourrons ainsi étudier plus particulièrement l'effet d'une politique publique destinée à soutenir la R&D, celle-ci étant soit en faveur du secteur privé soit du secteur public de la recherche.

6. De plus, nous ne traiterons pas de l'instrument juridique à disposition du décideur public en concentrant l'apport de cette thèse à l'étude de la coopération en R&D et du financement public de la recherche en présence d'externalités de connaissance.

Première partie

Mises en perspective théorique et
empirique des politiques de
soutien à l'innovation

Introduction de la première partie

Dans cette partie, nous présentons dans un premier temps (chapitre 1), les éléments de la littérature économique qui fondent les politiques de soutien à l'innovation. Nous discutons plus particulièrement les divers instruments d'intervention étatique en matière de R&D, que ce soit à partir des travaux théoriques existants ou de la littérature empirique. Cette présentation de la littérature en vigueur nous permet de mettre en avant l'absence de consensus s'agissant de l'efficacité des divers instruments publics de soutien à l'innovation. Egalement, ce tour d'horizon de la littérature économique nous permettra par la suite de situer l'originalité de nos travaux théoriques développés dans la seconde partie de cette thèse.

Dans un second temps (chapitre 2), nous mettons l'accent sur la politique des *clusters* et plus précisément sur la politique des *pôles de compétitivité* appliquée en France depuis 2004. En effet, ces politiques publiques rassemblent plusieurs instruments d'intervention de l'Etat développés précédemment : coopération en R&D, financement d'un secteur public de la recherche et subventions versées au secteur privé de la R&D. Après une présentation de ces politiques de *clusters*, nous revenons sur l'évaluation des différents objectifs de la politique française afin de confronter les résultats des divers travaux théoriques et empiriques, présentés dans le premier chapitre, à leur application réelle par les décideurs publics. Enfin, ce chapitre nous permettra également de contextualiser nos résultats théoriques (cf partie II), au regard des arbitrages publics concernant la politique d'innovation.

Chapitre 1

Fondements théoriques des politiques de soutien à la R&D

Introduction : le dilemme protection/diffusion de la connaissance

Si la littérature économique reconnaît, comme nous avons pu l'expliquer, que les entreprises engagées dans un processus de recherche innovante sont majoritairement motivées par l'obtention d'une *rente de l'innovation*, elle reconnaît également qu'en sa qualité de bien économique, la connaissance a des propriétés spécifiques bien connues. Tout d'abord, rappelons pour ce faire que la rente de l'innovation représente une condition indispensable à tout investissement privé en R&D puisqu'elle permet à une entreprise innovante de couvrir les diverses dépenses liées aux activités de recherche⁷. Naturellement, c'est cette innovation qui, de par l'avantage compétitif qu'elle apporte, devient alors source de monopole pour l'innovateur et c'est ce quasi-monopole qui par construction lui garantit la perception d'une rente. En résumé, puisque l'activité innovante ne pourra être réalisée que si l'entrepreneur peut anticiper un retour sur investissement conséquent, il en découle que les avancées technologiques, les innovations de produits ou de procédés sont autant d'avantages concurrentiels que l'entreprise cherchera à s'approprier sans laisser la concurrence en disposer.

D'un autre côté, la littérature en vigueur détermine également que la connaissance est un bien économique particulier en raison de ses propriétés spécifiques. Très tôt, le prix nobel d'économie [Arrow \(1962\)](#), a contribué à développer cette simple idée selon laquelle la connaissance, si elle est coûteuse à produire, peut-être diffusée

7. La rente de l'innovation correspond au retour sur investissement espéré par l'entreprise, elle peut être caractérisée comme la différence entre le prix de vente d'une innovation et son coût marginal de production.

ou copiée pour un coût faible ou nul, limitant alors l'anticipation d'un retour sur investissement pour l'entrepreneur. Dès lors, [Foray \(2010\)](#)⁸ fait remarquer que le bien "connaissance" en tant que tel, possède quatre qualités remarquables qui en font un bien public au rendement sociétal très élevé : la non-rivalité, la non-exclusion, un coût marginal de production pratiquement nul et enfin un caractère cumulatif. Par construction, chacun peut librement utiliser une information et qui plus est son usage par un tiers ne limite en rien son utilisation par un autre. De même, produire une innovation supplémentaire peut se faire à un coût presque nul puisque le coût total élevé d'une innovation est principalement composé du coût fixe indispensable à toutes activités de recherche. Enfin, le caractère cumulatif s'explique aisément par le fait que la production de connaissances nouvelles repose largement sur les savoirs pré-existants⁹.

Une fois explicité le constat selon lequel la connaissance est un bien public, donc difficilement appropriable une fois produite, une difficulté principale apparaît. En effet, si une diffusion la plus large possible assure une production totale encore plus importante du savoir, du fait de son caractère cumulatif, et par conséquent de la croissance économique et du bien-être social ([Aghion and Howitt, 2000](#); [Romer, 1986](#); [Lucas, 1998](#)), les investisseurs privés seront d'autant plus désincités à investir en R&D en raison de la réduction automatique du rendement de leur investissement. Ce double effet démontre de fait le dilemme entre un besoin de protection des connaissances, poussé par l'intérêt privé des firmes innovantes qui recherchent la rente d'innovation la plus élevée, et la diffusion du savoir, poussée cette fois-ci par la recherche de l'optimum social dû à l'effet cumulatif de la connaissance sur la croissance économique. Le dilemme peut dès lors se résumer comme ceci : "seule l'anticipation d'un prix positif de l'usage garantira l'allocation de ressources pour la création ; mais seul un prix nul garantit un usage efficient de la connaissance, une fois celle-ci produite" ([Foray, 2010](#)). Mais encore, puisque le rendement privé d'un investissement en R&D sera nécessairement plus faible que son rendement social, en raison des retombées collectives, si la tarification au coût marginal est appliquée, alors cet effet conduit mécaniquement l'Etat, en tant que garant de l'optimum social, à intervenir que ce soit, comme nous le verrons dans ce premier chapitre, au travers d'une protection de la propriété intellectuelle ou bien d'incitations financières pour

8. Pour une revue de la littérature en question, voir les travaux de [Archibugi and Filippetti \(2015\)](#).

9. Rappelons que c'est principalement en raison de ce processus cumulatif que les activités de R&D induisent des externalités positives importantes, profitant ainsi à l'ensemble de la société ([Laperche, 2004](#); [Griliches and Lichtenberg, 1984](#)). Dit autrement, la société dans son ensemble a un intérêt à ce que ces externalités positives soient élevées poussant l'intérêt du décideur public en faveur de la diffusion des connaissances.

les entreprises.

Nous illustrerons ce *dilemme* au travers d'un rapide rappel de l'état de la littérature économique concernant les défaillances de marché dans un premier temps, puis nous poursuivrons notre analyse par l'étude des principaux instruments de résolutions à disposition des régulateurs du marché.

1.1 Défaillances de marché

L'objet de cette première section porte ainsi sur les défaillances du marché que nous étudions tout d'abord dans le cadre du marché en général, puis plus particulièrement concernant notre problématique : l'innovation. La théorie économique traditionnelle définit pour commencer les défaillances de marché comme une situation dans laquelle la régulation par le marché est inadéquate ou impossible, en cela qu'elle ne permettrait pas d'atteindre une situation optimale, sous entendu pour l'ensemble des agents économiques. Elle définit ainsi de nombreuses sources conduisant à ces situations de défaillances du marché.

1.1.1 Le bien collectif

En premier lieu, un constat s'impose dans la littérature économique : à lui seul, le marché ne permet pas la production de biens collectifs pourtant indispensables à la société dans son ensemble. Cette constatation, appliquée au cadre des biens publics, relève de ce qui est qualifié par [Olson \(1965\)](#) de *paradoxe du passager clandestin* (*free-rider*). Ce paradoxe désigne ainsi traditionnellement le fait que des individus pourtant rationnels, peuvent être amenés à ne pas se mobiliser malgré la présence d'un intérêt commun connu de tous. Les caractéristiques du bien collectif entraînent dès lors une sous-production, voire l'absence totale de production, conduisant à un gain collectif sous-optimal. En effet, une entreprise privée ne pourrait logiquement pas décider de produire ce bien non-rival et non-exclusif en raison de son incapacité à en retirer une rentabilité suffisante.

Une des solutions envisageables face à cette défaillance demeure la collecte d'une taxe par l'Etat afin de rendre possible la production du bien par l'intervention publique, réglant de fait la question de sa rentabilité ([Tirole, 2016](#)). Cette préconisation, simple à entreprendre pour le décideur public, pose néanmoins un second problème puisque les caractéristiques du bien commun peuvent entraîner une surconsommation, conduisant par la-même à une baisse du gain collectif. Il est effectivement aisé

de comprendre que puisqu'aucun agent privé ne peut vraiment limiter l'utilisation de ce bien rival, chacun va essayer d'en prélever le plus possible, provoquant au minimum une sur-consommation voire sa disparition.

En ce qui concerne notre problématique, nous avons précisé précédemment que la connaissance dispose de toutes les caractéristiques d'un bien public (Stiglitz, 1999). Se pose alors effectivement la question des coûts de production de cette recherche lorsque ceux-ci sont supportés par une firme particulière. Naturellement, les retombées technologiques qui découlent de ces activités de R&D profitent à la firme innovante, grâce notamment aux innovations rendues possibles, mais également aux concurrentes qui n'auront pas à en supporter le coût de production en raison du caractère cumulatif de la connaissance¹⁰. Intuitivement, puisque l'innovateur ne peut donc s'approprier que partiellement les bénéfices de ses activités de recherche, cela viendra limiter son incitation à investir en R&D et donc à innover (Arrow, 1962; Usher, 1964; Bloom et al., 2013). Il pourrait alors préférer adopter un comportement de *passager clandestin* et par la-même profiter du stock de savoir obtenu par la collectivité sans participer lui-même à l'effort de recherche. Dès lors, si l'on considère que les efforts d'innovation sont laissés principalement à la discrétion des entreprises privées, cela conduit inévitablement à un niveau d'innovation sous-optimal pour la société. Cet écart empirique entre le bénéfice social et le bénéfice privé est par ailleurs aujourd'hui chose admise de la part des économistes mais aussi des politiques. Là aussi, l'intervention publique peut notamment s'illustrer par la prise en charge de cet effort de recherche directement par un secteur public de la R&D, en particulier la *recherche fondamentale* qui est, comparativement à la recherche appliquée, plus fortement soumise à ces phénomènes de diffusion.

1.1.2 Les externalités de connaissance

La seconde source de défaillance du marché se trouve être liée aux externalités générées par les activités productives. En dépit du théorème de *la main invisible*¹¹, le marché ne guide pas toujours les agents économiques vers des activités socialement optimales du fait notamment de l'existence d'externalités. Une externalité,

10. Pour rappel, il est indéniable que les activités de recherche d'aujourd'hui sont guidées par les découvertes, les inventions et les erreurs réalisées antérieurement. Pour autant, nous ne nions pas le fait que la production de connaissances nouvelles ne relève pas uniquement d'un processus déterministe. Elle découle d'un programme aux résultats aléatoires dans le sens où naturellement on ne peut pas prévoir ce que l'on ignore encore aujourd'hui.

11. Expliqué simplement, ce théorème d'Adam Smith stipule que grâce à l'organisation du marché, les intérêts individuels et collectifs ne sont pas irréconciliables. Pour une remise en cause de ce théorème classique qui guide toujours une partie des théories de marché les plus libérales, voir les travaux de Dellemotte (2009).

étymologiquement effet externe, est une situation où les décisions de consommation ou de production prises par une catégorie d'agents, vont avoir des répercussions sur d'autres agents sans que cela se traduise par une transaction marchande entre eux. Par définition, puisque ces répercussions ne sont pas *marchandables*, elles échappent de fait au marché et représentent donc bien une défaillance de ce dernier. L'intervention de l'Etat est donc là encore préconisée, puisqu'elle permet une meilleure allocation des ressources que le *laisser faire* du marché.

Il faut par ailleurs distinguer deux catégories d'externalités : positives lorsque les autres agents bénéficient de cet effet externe et négatives lorsqu'ils en pâtissent. Par exemple, la construction d'une route va profiter à l'ensemble des entreprises et consommateurs situées à proximité en faisant baisser les coûts de production et par conséquent les prix de vente, et pour ces raisons aucune entreprise ne peut envisager de supporter seule le coût de sa construction. De ce fait, cette route pourtant collectivement indispensable, ne serait pas construite sans intervention publique et c'est seulement du fait de l'action collective que cette route pourra être construite grâce à une répartition du coût de construction sur l'ensemble des agents économiques. Ces externalités peuvent également être négatives lorsque les autres agents pâtissent de l'action de certains sans qu'il y ait eu de compensations financières. L'économie de l'environnement en propose la parfaite illustration : une entreprise dont les activités productives auraient pour conséquence de polluer son environnement ne serait en rien incitée à réduire sa pollution au risque de réduire également ses profits, d'autant plus dans un marché globalisé, quand bien même cette pollution viendrait limiter les profits des autres entreprises (Treyer, 2019). Cette fois-ci, la solution avancée par la littérature économique semble prendre la forme d'une taxation de type "pollueur-payeur" afin, soit d'entreprendre les activités de dépollution nécessaires, soit d'indemniser directement les entreprises qui pâtissent de cette pollution.

S'agissant des activités de R&D, de nombreux travaux en économie de la connaissance (Arrow, 1962; Stiglitz and Rosengard, 2015) mettent en évidence la partielle appropriabilité des connaissances par les agents qui en sont les producteurs. Ces activités seraient ainsi à l'origine d'externalités (*spillovers*), permettant à des entreprises non productrices de ces connaissances de profiter des retombées technologiques générées. Dans son article de référence, Griliches (1979) remarque qu'"il y a deux notions distinctes d'externalités de R&D, souvent confondues dans la littérature" : les externalités pécuniaires et les externalités de connaissances. Il explique ainsi que les *externalités pécuniaires* apparaissent lorsque les prix d'intrants ne tiennent pas compte des améliorations de qualité réalisées via l'innovation, soit en raison de l'im-

perfection des prix, soit de l'asymétrie informationnelle ou des coûts de transaction. Puisque ces externalités se produisent lorsque les produits sont commercialisés, elles ne peuvent être considérées comme des externalités "réelles" parce qu'elles sont engendrées par les erreurs de mesure au cours des transactions économiques.

Si les externalités pécuniaires émanent des transactions, les externalités de connaissances proviennent au contraire de l'appropriation imparfaite des connaissances. Il s'agit d'une externalité, par définition non-pécuniaire, non contenue dans un service ou un produit particulier, bien qu'elle puisse être transmise à travers un article imprimé ou un communiqué de presse. Même s'il était possible d'introduire des droits de propriété sur une idée, entre autres par le biais des brevets, les prix dérivés seraient non-linéaires et ils ne nous fourniraient pas une mesure adéquate des bénéfices sociaux marginaux ou totaux.

Liées au raisonnement de la première défaillance, les externalités de connaissance peuvent également conduire, par le biais de cette appropriation partielle, à un niveau d'innovation sous-optimal pour la société. Dans les faits, il est aisément compréhensible que l'activité de recherche d'une entreprise privée, menée dans l'objectif de lui apporter un avantage compétitif, ne peut raisonnablement profiter à l'ensemble de ses concurrentes sans compensations financières. Pour résumer, on dira qu'en raison de ces "débordements de connaissances involontaires", le rendement public de la production de connaissance est supérieur au rendement privé, générant par la même ce défaut d'incitation. De fait, à partir d'une étude empirique sur un échantillon d'entreprises américaines entre 1981 et 2001, [Bloom et al. \(2013\)](#) constatent que les deux formes d'externalités sont quantitativement importantes et que le rendement social de la R&D est alors supérieur à son rendement privé : le premier est évalué à 55% tandis que le second s'élève lui à 21%. Puisque le niveau socialement optimal est deux fois plus élevé que le niveau observé dans la réalité, ces résultats suggèrent qu'au niveau agrégé, les entreprises tendent à sous-investir en R&D. En réponse à ce sous investissement privé en R&D, l'Etat dispose traditionnellement de plusieurs solutions que nous développerons dans les sections suivantes, afin de lutter contre cet effet désincitatif.

1.1.3 Asymétrie d'information et incertitude

La dernière source de défaillance du marché que nous étudierons est liée à l'asymétrie d'information. La littérature en vigueur, [Akerlof et al. \(2001\)](#), définit l'asymétrie d'information comme une situation où, sur un marché, l'un des deux acteurs dispose d'une information incomplète, conduisant à un dérèglement du marché. Qu'elle

soit intentionnelle ou non, cette information asymétrique peut ainsi conduire à un déséquilibre sur le marché, dont l'exemple illustratif est la perception de la qualité d'un produit en vente sur le marché. En effet, si les consommateurs ne perçoivent pas parfaitement la qualité de ce bien, ces derniers refuseront d'en payer le juste prix, légitimement plus élevé du fait de cette qualité supérieure, et s'intéresseront dès lors à des biens de qualité moindre mais également moins cher. Dans ce cas précis, le risque, lié à cette imperfection de l'information, est que les produits de qualités supérieures tendront à disparaître du marché.

En ce qui concerne plus particulièrement la R&D, cette information incomplète se trouve être liée à l'incertitude et au risque inhérent aux activités de la recherche. En effet, comme l'expliquent [Cherif \(1999\)](#), [Piga and Atzeni \(2007\)](#) et [Fourati \(2017\)](#), tous les projets de recherche entrepris ne débouchent pas sur des réussites commerciales. Par conséquent, en raison de cette incertitude quant à l'aboutissement du projet de R&D, un dysfonctionnement des marchés des capitaux apparaît naturellement. Cette incertitude viendrait en quelque sorte limiter l'accès de ces entreprises du secteur de la R&D, spécialement les jeunes PME innovantes qui n'ont pas une capacité d'autofinancement suffisante et sont donc plus susceptibles de s'adresser aux prêteurs, aux financements externes indispensables à la réalisation de leurs activités de R&D et in-fine d'innovation ([Hall and Lerner, 2010](#); [Levratto and Tessier, 2016](#)).

De plus, rappelons que certaines activités de recherche sont d'une telle ampleur qu'elles représentent un besoin en ressources (technologiques, humaines ou financières) si important, ou présentent un risque si élevé, qu'elles pourraient ne pas être mises en oeuvre par des entreprises privées individuelles ([Stiglitz and Weiss, 1981](#)). Dans ce cas, l'intervention publique est une fois de plus légitimée que ce soit par le biais d'un accompagnement de ces entreprises, leur facilitant l'accès à des financeurs privés spécialisés (business angels, capitaux risqueurs etc.) ou encore par le biais d'un financement, complet ou partiel, par des fonds publics ([Mazzucato and Penna, 2016](#)). D'ailleurs, en basant leur étude empirique sur les entreprises espagnoles, [Huergo et al. \(2016\)](#) estiment qu'un projet qui obtient un *crédit à taux préférentiel* de la part d'une institution publique, dispose d'une probabilité 25% plus importante de financer complètement son projet de recherche, et donc de le mener à terme, qu'un projet non supporté par l'Etat. Mais encore, en percevant ce soutien financier public, le projet de recherche en question se verrait comme auréolé d'un label rassurant, dit autrement d'un signal positif sur la viabilité du projet. Dès lors, [Kleer \(2010\)](#); [Howell \(2017\)](#) concluent que les investisseurs privés peuvent être éclairés par ces soutiens publics dans leur choix de financement de projets de R&D.

1.2 Premier instrument : la protection de l'innovation

Comme nous l'avons expliqué précédemment, la motivation de tout entrepreneur innovant persiste dans l'anticipation d'un retour sur investissement, générant un surplus de profit. C'est dans cet objectif de s'appropriier la rente, potentiellement dégagée par une innovation, que les entreprises cherchent à déployer des méthodes de protection de leur découverte. Il est aisé de comprendre que les droits de propriétés intellectuelles (*IPR*) offrent un intérêt particulier et occupent un rôle prépondérant dans la littérature économique. Comme nous avons déjà pu le préciser autour du dilemme protection/diffusion, les avancées technologiques, les innovations de produits ou de procédés étant autant de sources d'avantages concurrentiels pour l'entreprise, il est effectivement naturel que cette dernière désire les préserver. Les recherches existantes étudient ainsi tout à la fois des approches juridique (Wagret, 1964), processuelle (Ayerbe and Mitkova, 2005) et managériale (Granstrand, 2000). Ces recherches considèrent ainsi l'existence de deux grands modes de protection de l'innovation avec le brevet (ou les droits d'auteurs) d'une part, et des techniques plus informelles telles que le secret ou la rapidité de mise sur le marché, d'autre part.

1.2.1 La protection juridique : le brevet

Afin de débiter, rappelons la prédiction de Schumpeter (1942). Cette dernière fixait le monopole comme la structure de marché privilégiée à la production de l'innovation : les grandes entreprises, ou les monopoles, étant le moteur principal de ce qu'il nomme le progrès technologique. En quelques sortes, les monopoles seraient un mal nécessaire puisqu'une telle entreprise disposerait d'une capacité accrue de s'approprier les retombées de son innovation. Depuis, cette prédiction a été largement reprise dans la littérature mettant ainsi en avant deux principaux effets contraires.

Le premier, qualifié d'*effet de remplacement*, contredit la prédiction de Schumpeter¹², stipulant qu'une entreprise en situation de concurrence parfaite est caractérisée par une incitation à innover plus importante que la même firme en situation de monopole. Développé dans les travaux de Arrow (1962), l'effet de remplacement explique ainsi que la libre entrée confère à une entreprise innovante une incitation à innover plus importante que le cadre monopolistique, en raison de la nécessité de conserver cette avance sur la concurrence. Dès lors, la nécessité de maintenir un

12. On parle effectivement de prédiction et non de théorie de Schumpeter, voir pour cela les travaux de Guesnerie and Tirole (1985).

niveau de concurrence semble, selon ses partisans, nécessaire afin de garantir une innovation perpétuelle. De surcroît, la concurrence favoriserait également une plus grande diversité des approches technologiques et une diffusion plus importante des résultats de la recherche, conduisant à plus d'innovation.

D'un autre côté, [Gilbert and Newbery \(1982\)](#) confirment la prédiction de Schumpeter. Pour ce faire, ils utilisent également l'hypothèse de libre-entrée mais cette fois-ci dans le cadre d'un *modèle déterministe d'enchères*. Dans ce type de modèle ([Dasgupta and Stiglitz, 1980](#)), on suppose que plusieurs firmes identiques, avec un même taux d'actualisation, cherchent à obtenir une innovation spécifique avec la particularité que sa valeur est connue d'avance et semblable pour tous les participants. Chaque entreprise exprime alors sa disponibilité à investir en R&D afin d'obtenir l'innovation, d'où le terme enchère. Cette disponibilité reflète le consentement à payer, tant financièrement que matériellement, pour cette recherche. Dans ce genre de modèle, seule la firme ayant exprimé la disponibilité la plus élevée s'engage dans le processus de recherche puisqu'elle est supposée être la *gagnante* des enchères. Le modèle déterministe conclue ainsi que la concurrence sur le marché pousse la firme gagnante à augmenter son enchère jusqu'à un niveau qui annule la valeur actualisée des gains futurs liés à l'obtention de l'innovation¹³. De ce fait, puisque l'on suppose que c'est l'entreprise déjà en place qui dispose naturellement de la capacité à investir en R&D la plus importante, alors cette dernière sera la seule à entreprendre cette investissement de recherche et elle conservera son monopole. A l'inverse, si l'on suppose cette fois-ci que c'est le concurrent qui exprime la plus importante disponibilité, il entre sur le marché en réalisant l'innovation, transformant le marché en duopole. A partir de la détermination du consentement à investir en R&D de la firme initialement présente, à savoir la différence entre le profit de monopole (obtenu en réalisant elle-même l'innovation) et celui de duopole (obtenu si la concurrente entreprend l'investissement), [Gilbert and Newbery \(1982\)](#) concluent que c'est l'entreprise en place qui dispose de la plus grande capacité à investir, correspondant de fait au montant qui annule le profit du concurrent potentiel. C'est ce que ces derniers appellent l'*effet d'efficacité* : la persistance naturelle d'une situation de monopole en

13. Un second modèle théorique permet de prendre en compte cette concurrence dans l'obtention de l'innovation : *la course aux brevets*. Selon [Lee and Wilde \(1980\)](#), seule la firme qui fait la découverte en premier remporte l'innovation. De ce fait, la course aux brevets prend alors la forme d'un tournoi où le nombre de firmes permet de mesurer l'intensité de concurrence pour l'obtention de l'innovation. Cette fois ci, ce n'est plus le niveau d'investissement qui permet d'obtenir l'innovation mais bien la rapidité d'engagement dans le processus de recherche et in-fine l'obtention du brevet, qui régleme la découverte de l'innovation. Il en résulte que la concurrence pour l'obtention de l'innovation stimule l'investissement en R&D, que ce soit au niveau individuel qu'au niveau agrégé. Néanmoins, cette course aux brevets présente le désavantage principal de gaspiller les ressources disponibles contrairement au modèle d'enchères.

raison de la capacité à investir en R&D qu'il offre à la firme en place.

Dans les faits, les principaux pays industrialisés ont accompagné cette évolution en garantissant un nouveau régime juridique de la propriété intellectuelle. A titre d'exemple, nous pouvons citer le cas du Bayh-Dole Act voté aux Etats-Unis en 1980 et qui vise à autoriser les firmes à déposer des brevets sur les résultats de la recherche, même celle financée sur fonds publics. Cette loi a de plus offert la possibilité aux entreprises de céder ces brevets sous forme commerciale. Le brevet constitue ainsi un titre délivré par les pouvoirs publics afin de reconnaître un droit sur une invention susceptible de se transformer en application industrielle (art L 611 sur le code de la propriété industrielle). En contrepartie de la divulgation de l'information au public, le titulaire du brevet reçoit un droit d'exploitation exclusif d'une durée limitée dans le temps, ici vingt ans. Il s'agit alors de ménager un monopole de droit temporaire qui doit permettre au titulaire de s'approprier les fruits de son invention.

Puisqu'en délivrant un brevet, le gouvernement donne au découvreur de la connaissance l'usage exclusif de sa découverte pour une période de temps limitée, ce dernier se trouve face à un arbitrage important. En étendant la durée, il augmente la rémunération de l'inventeur et donc par la même envoie un signal incitatif à innover. Pour autant, en allongeant la durée de validité du brevet, le décideur public décide inéluctablement de limiter d'autant plus les innovations futures. En effet, rappelons qu'en raison du caractère cumulatif de la connaissance, une découverte représente un input essentiel à la production de nouvelles connaissances. Ainsi, étendre la portée d'un brevet augmente mécaniquement le coût de l'input connaissance pour les recherches ultérieures et donc réduit le rythme d'innovation ([Crampes and Moreaux, 1995](#)).

Il nous faut cependant nuancer l'efficacité du brevet pour l'entreprise en cela que la garantie légale d'un droit de propriété pour l'innovateur n'est qu'une solution partielle aux problèmes posés par les défaillances de marché puisque par nature, toutes les idées et les découvertes ne sont pas brevetables. De plus, du point de vue de son titulaire, le principal défaut d'un droit de propriété intellectuelle, *IPR*, est qu'il n'apporte qu'une protection imparfaite contre les vols et le copiage, alors qu'il nécessite une divulgation publique complète de l'information ([Corbel et al., 2011](#)). Egalement, en ne s'intéressant qu'à la finalité du processus de recherche, le brevet avantage la multiplication de certaines dépenses de R&D dans les laboratoires ou les entreprises qui sont soumis à une concurrence technologique importante. En effet, les entreprises peuvent avoir intérêt à recourir à une *course à l'innovation*,

afin de se prémunir de la concurrence, limitant dès lors l'efficacité de la protection intellectuelle.

Certains auteurs ([Lemley and Shapiro, 2005](#)) vont même jusqu'à comparer le brevet à un *ticket de loterie*. Selon eux, puisque les brevets déposés ne deviennent que rarement la source d'innovations pérennes et que par ailleurs, même en acceptant cette première hypothèse, le brevet pourrait être in fine contesté par des tiers, d'autant plus qu'il a de la valeur ([Allison et al., 2009](#)), il existe une forte chance que les juridictions mettent en cause la validité du brevet, réduisant à néant les investissements qui ont été consentis pour l'obtenir. [Amir et al. \(2014\)](#) estiment quant à eux que les firmes, en raison de l'incertitude liée à la validité des brevets, préfèrent une compensation financière liées à l'utilisation de leur innovation plutôt que le processus de protection lié au brevet.

Il faut toutefois souligner que la question de la fragilité des brevets prend surtout sens dans un contexte américain. Pour des raisons tenant à son fonctionnement interne, le *Patent and Trademark Office* des États-Unis accorde largement les brevets aux demandeurs (85%), au risque d'en autoriser un grand nombre dont la qualité, en termes de nouveauté, est très douteuse. Si donc le caractère aléatoire des brevets peut parfois être souligné dans un contexte européen, il convient d'en atténuer l'intensité. Outre la question de solidité, il reste que le brevet est aussi souvent critiqué en raison de son coût. La préparation d'un dossier de demande de brevet, sa traduction en cas d'extension internationale, sont autant d'éléments rendant son utilisation délicate par les entreprises innovantes qui ne disposeraient pas des moyens tant financiers que matériels suffisants.

Pour autant, il est indéniable que la protection intellectuelle présente plusieurs caractéristiques annexes qui viennent contredire ses limites. Tout d'abord, étant donné que le titulaire d'un brevet dispose d'un monopole, même partiel, sur son innovation, ce dernier détient alors un droit de marchandisation de sa découverte. Dit autrement, en ayant la charge de la surveillance du respect de son brevet, c'est effectivement lui qui doit demander à la justice d'exclure une concurrente du marché ou encore demander des pénalisations à l'encontre d'un imitateur, il peut aisément décider d'autoriser tel ou tel concurrent à utiliser tout ou partie des connaissances protégées par son brevet, moyennant paiement de royalties, et couvrir ainsi une partie des dépenses liées à l'investissement en R&D. De ce fait, la marchandisation du brevet permettrait ainsi de lier les intérêts de la firme innovante, en quête de protection de sa découverte, et de la société, intéressée par une plus grande diffusion

des savoirs. Ce phénomène de *gagnant-gagnant* pour la société et l'investisseur privé est communément nommé la *décentralisation de la police des droits*.

En établissant un contrat de licence, l'entreprise peut ainsi espérer un retour sur investissement plus rapide, garantissant une incitation à investir pour les firmes privées (Thurrow, 1997; Amir et al., 2014; Colombo and Filippini, 2016). Mais d'un autre côté, la collectivité y gagne aussi car en acquérant ces licences, les concurrentes peuvent également utiliser cette connaissance ce qui permet d'accroître par la même le stock de connaissance. Qui plus est, contrairement à la technique du secret, la collectivité peut malgré tout tirer avantage de l'attribution d'une protection de l'innovation. En effet, puisque l'obtention d'une *IPR* se fait en contrepartie de l'obligation de fournir un descriptif complet de cette invention, des *hommes de l'art*, intelligemment employés par la concurrence, peuvent, à force de travail, accéder à cette connaissance nouvelle et ainsi faire, malgré la protection, évoluer l'état de la science.

Enfin, nous pouvons préciser que ces brevets représentent aussi un moyen de contrôle de l'efficacité du travail des équipes de recherche. Il s'agirait effectivement d'un signal important de dynamisme facilement appréhendable afin de juger de l'activité de R&D (Mazzoleni and Nelson, 1998), que ce soit par les clients, les fournisseurs, les banquiers ou encore des instances publiques en charge de l'attribution de financements. De même, ces *IPR* peuvent apporter à l'entreprise détentrice une position de puissance lors de futures négociations avec les concurrentes et peuvent également permettre le cas échéant l'accès à des marchés étrangers nécessitant l'attribution de licences d'exploitations à des firmes indigènes.

D'un point de vue empirique, bien que la littérature en vigueur semble en partie soutenir l'utilisation de la protection des résultats de la recherche comme outil favorisant l'innovation (Kortum and Lerner, 1999; Fang et al., 2017), d'autres travaux concluent à l'inverse que les droits de protection intellectuelle, ne semblent pas optimaux du point de vue du bien-être et de l'activité économique (Thurrow, 1997; Granstrand, 1999; Corbel et al., 2011; Acemoglu and Akcigit, 2012), préférant de ce fait les techniques plus informelles de protection.

1.2.2 La protection informelle : le secret

Outre le brevet, il nous reste à présenter rapidement le recours à des méthodes informelles, outil également disponible afin de protéger son innovation. La littérature

en relèvent trois formes principales : le secret, la complexité du design du produit et l'avance technologique.

Le secret consiste ainsi à éviter toute divulgation cruciale d'informations sur l'innovation mise au point par l'entreprise. De fait, nous pouvons remarquer que de toutes évidences, le secret s'inscrit en opposition avec le brevet qui comme nous l'avons précisé précédemment suppose une divulgation de l'information en échange de la protection juridique. Précisons tout de même que l'opposition avec le brevet n'est que partielle puisque le secret devient un complément du brevet. En effet, on peut remarquer que dans les faits, l'entreprise s'engageant dans un processus juridique d'obtention du brevet dispose par la même en son sein de personnels ou autres collaborations avec des sous-traitants qui, dans un soucis d'efficacité devront être soumis au *secret professionnel*.

La complexité du design est une méthode qui mise sur un enchevêtrement étroit des éléments du produit ou du procédé mis au point par la firme, avec l'objectif affiché de rendre plus difficile et donc limiter sa reproduction ou son utilisation par la concurrence. Ce type de méthode fait alors appel au phénomène d'*ambiguïté causale* (Powell et al., 2006), qui est sensé être un outil de protection de la concurrence à disposition de la firme. Outil stratégique, il se différencie du brevet par l'importance que ce dernier accorde là encore à la visibilité entourant la description de l'innovation. Sa capacité d'utilisation par les entreprises pose débat puisque les entreprises sont généralement sensées utiliser ces techniques sans même le faire de manière délibérée.

Enfin, la minimisation du délai de mise sur le marché vise pour sa part à conserver une avance technologique importante conférant en conséquence à l'entreprise un avantage concurrentiel. En effet, en réduisant de manière délibérée les cycles de vie des produits, les entreprises cherchent à minimiser l'intérêt de l'imitation par d'autres entreprises. Cependant, il semble logique que le recours à cette méthode engendre des frais importants liés au développement de nouveaux produits ou procédés plus rapidement voire même des déséconomies pour la firme.

Plusieurs travaux empiriques ont étudié l'efficacité de ces techniques informelles et concluent principalement que le secret est plus efficace que le brevet pour les entreprises (Arundel, 2001; Milesi et al., 2013; Manzini and Lazzarotti, 2016). Ce phénomène se retrouve plus particulièrement chez les petites entreprises, pour qui la rapidité et le secret se trouveraient être les méthodes de protection privilégiées. Il paraît logique que pour de multiples raisons (le brevet impose une divulgation complète de l'information, des coûts élevés et une garantie de protection plus ou moins

stable en fonction de l'efficacité du service juridique de l'entreprise), ces *PME* ont tout intérêt à utiliser les différentes techniques davantage informelles (Ayerbe and Mitkova, 2005; Leiponen and Byma, 2009; Holgersson, 2013). Dans les faits, ces deux techniques que sont le recours aux IPR et au secret semblent être conjointement utilisées par les entreprises qui arbitrent ainsi entre les différents outils de protection de leur découverte. En fonction des différents contextes s'imposant à elles et des différents secteurs d'activités (pharmaceutique vs informatique), elles décideront plutôt d'aller quérir une protection juridique, d'y adjoindre les techniques informelles de protection afin de verrouiller plus efficacement l'information ou au contraire chercher à protéger son information en essayant de la dissimuler au maximum (Jorda, 2008).

1.3 Second instrument : la subvention

La littérature en vigueur reconnaît généralement que la subvention peut générer un effet significatif sur les dépenses de recherche des entreprises privées, effet que Dimos and Pugh (2016) décompose en fonction de l'intensité et du sens de l'impact. Tout d'abord, la subvention, directe ou indirecte, peut avoir un effet incitatif fort sur les entreprises privées bénéficiaires qui les pousse à augmenter leurs dépenses en R&D. On parlera ainsi d'un impact *additionnel* : des dépenses supplémentaires viennent s'ajouter aux efforts de recherche préalablement entrepris avant versement de la subvention. Deuxièmement, la subvention peut également ne pas avoir d'*effet significatif* sur les dépenses de l'entreprise bénéficiaire, le montant de sa dépense après subvention étant simplement identique au montant initial auquel viendrait s'ajouter le montant de l'allocation publique, sans dépenses additionnelles.

Bien entendu, la subvention peut également engendrer un effet négatif. Les entreprises privées peuvent de fait profiter de cette allocation publique afin de diminuer leurs dépenses de R&D, il s'agit alors d'un effet d'éviction. Si cette baisse des dépenses privées de recherche initialement engagées est moindre que le montant de l'allocation publique, on parlera alors d'un *effet d'éviction partiel*. A l'inverse, si cette baisse est identique au montant de la subvention, les entreprises en profitant pour faire supporter par l'Etat une partie de leurs dépenses de R&D, on parlera alors d'un *effet d'éviction complet*. Enfin, les auteurs estiment que dans de rares cas, les entreprises peuvent diminuer leurs dépenses plus que ce que ces dernières perçoivent comme fonds publics, elles investiraient en conséquence un montant moindre lorsqu'elles sont subventionnées que lorsque l'Etat n'intervient pas. Ils qualifient cet impact, le plus négatif, d'*effet d'éviction plus que complet*.

Dans les faits, on distingue deux types d'instruments pour la politique de subvention à la R&D. D'une part, la subvention directe qui, par le biais de fonds publics alloués à un projet de recherche présélectionné, permet d'accroître le taux marginal de rentabilité d'une telle activité de recherche et donc par la même rendre cette activité financièrement rentable pour l'entreprise privée qui l'entreprend. D'autre part, la subvention indirecte, dont l'exemple le plus fameux est le crédit d'impôt, permet, via un allègement de charges fiscales en proportion donnée du montant des activités de recherche, de réduire le coût marginal de l'investissement en R&D.

1.3.1 La subvention directe

Le gouvernement peut effectivement décider de proposer de soutenir directement la R&D privée, en offrant de prendre directement à sa charge une partie du coût de cette recherche. Ce soutien direct peut dans les faits prendre la forme d'un financement par des fonds publics, pour tout ou partie, de projets de recherche après sélection de ces derniers par une agence gouvernementale, comme dans le cadre de la politique des *pôles de compétitivité*. Les fonds publics n'étant pas illimités, le nombre de projets à soutenir est obligatoirement contraint. Les projets cibles d'une telle politique sont prioritairement ceux étant perçus comme les plus à même de générer des retombées positives pour la société, c'est à dire avec la rentabilité sociale la plus élevée.

La littérature économique s'est intéressée à cette sélection entre les différents projets par les décideurs publics et retient deux limites principales. Tout d'abord, puisque la recherche fondamentale est la plus concernée par les problèmes d'appropriation, de telle sorte que les entreprises pourraient décider de ne plus investir dans une telle connaissance, le soutien direct est plus particulièrement important et donc nécessaire pour cette catégorie de recherche. A l'inverse, le même soutien à la recherche appliquée est nettement plus controversé puisqu'en effet, un tel support appartiendrait généralement à la politique industrielle. En conséquence, les partisans soutiennent d'un côté qu'il est difficile de distinguer la recherche fondamentale de la recherche appliquée et soulignent qui plus est que cette dernière peut également avoir des externalités positives importantes ; tandis que les détracteurs d'un soutien financier public soulignent pour leur part les mauvais résultats de l'État dans la sélection des projets de recherche.

Concernant ses détracteurs, les critiques proviennent en premier lieu de la *théorie du choix public*. En effet, [Butler \(2012\)](#) estime que les décideurs publics peuvent adopter un comportement *opportuniste* lors de la sélection des différents projets à

soutenir. En particulier, les agents publics qui sont en charge de la sélection des projets à subventionner pourraient être incités à choisir des projets de R&D qui paraissent les plus vecteurs de succès, jusqu'à un tel point que, ceux-ci auraient été à même d'aboutir avec succès indépendamment de l'intervention de l'Etat. Cette *cherry-picking strategy*, que l'on peut traduire comme la stratégie de la *cueillette de cerises*¹⁴, apporte en conséquence un crédit important à cette agence qui obtiendrait ainsi de bons résultats économiques du point de vue de la supposée réussite des projets subventionnés. Ce succès opportuniste des agents publics leur serait de fait profitable puisqu'il apporterait à l'agence publique, crédit et assurance d'une prolongation de son activité.

Au delà de cette critique liée à l'utilité de cet arbitrage des décideurs publics, une seconde critique peut être présentée. En effet, cette stratégie d'opportunisme du décideur pourrait causer, selon les détracteurs de l'intervention publique, un effet d'éviction. Il est aisément compréhensible que des entreprises, même en la capacité de mener à bien leurs projets de R&D sans soutien public, pourraient être incitées à profiter de ces fonds publics avec l'objectif de réduire d'autant leur propre apport financier. Pour autant, le bilan de ces théoriciens n'est pas entièrement négatif, [Radicic et al. \(2014\)](#) estiment ainsi que cette *cherry-picking strategy* permet toutefois de renforcer la capacité d'innovation des entreprises en place sur le marché de la R&D, bien qu'elle ne permette pas dans ce cas l'apparition de nouvelles structures innovantes.

Un second biais lié à ces aides publiques directement allouées aux firmes privées de la recherche peut-être relevé. D'après [Aschhoff \(2009\)](#), les entreprises peuvent également choisir d'entreprendre un comportement opportuniste vis-à-vis des agences publiques. Ces entreprises étant malgré tout à la recherche de financements pour la réalisation de ces projets, elles pourraient avoir intérêt à obtenir des fonds publics afin de financer leurs projets de recherche à un coût plus faible comparativement à des sources privés de financements. Par conséquent, elles seraient incitées à modifier certaines informations nécessaires pour autant aux agents publics dans leur procédures de sélection. Qui plus est, mêmes sans stratégies frauduleuses de la part des firmes, de nombreuses difficultés liées notamment à l'évaluation par ces agences publiques sont à relever. Du fait de l'*asymétrie d'information* entre les décideurs publics et les entreprises privées, les agents publics pourraient être dans l'incapacité de proposer une sélection socialement optimale.

14. Selon cette théorie du choix public ([Radicic et al., 2014](#)), il ne resterait plus en effet qu'aux agences publiques concernées de *cueillir* les projets avec une probabilité de succès élevée, telle une cerise mûre, afin d'obtenir une évaluation de l'intervention publique favorable.

En résumé, en raison des deux effets combinés, comportement opportuniste des firmes et asymétrie d'information, les choix des décideurs publics peuvent avoir un impact non-négligeable sur l'allocation optimale de ces ressources financières publiques. On voit aisément que la littérature théorique n'aboutit pas à un consensus clair concernant ces politiques de subvention directement allouée aux entreprises menant des projets de recherche. Bien que ces subventions publiques semblent théoriquement être un soutien indéniable apporté aux projets de R&D en raison de la contrainte financière liée à ces activités, de nombreuses critiques apportent un soupçon appuyé de substituabilité des fonds privés par les financements publics.

Du côté de la littérature empirique, plusieurs constats peuvent être tirés. Malgré l'existence d'une multitude d'études empiriques, il n'existe pas de résultat consensuel aujourd'hui concernant l'efficacité même d'une telle politique de relance de l'innovation et ses retombées en terme de R&D privée. En effet, si certaines études concluent à un effet *additionnel* des subventions publiques (Busom, 2000; Özçelik and Taymaz, 2008; Alecke et al., 2012; Radas et al., 2015; Hottenrott et al., 2017; Aristei et al., 2017), d'autres au contraire estiment que ces subventions directes n'ont pas d'impact positif sur l'investissement privé de R&D, concluant ainsi à l'absence d'impact voir à un effet d'éviction (David et al., 2000; Görg and Strobl, 2007; Hewitt-Dundas and Roper, 2010; Heijs and Herrera, 2004; Czarnitzki and Lopes-Bento, 2014; Yu, 2013).

En ce qui concerne le montant de ces subventions, Aschhoff (2009) , Czarnitzki and Lopes-Bento (2014) et Mulligan et al. (2019) estiment qu'un montant minimum de subvention est nécessaire afin que la subvention puisse améliorer efficacement la propension des firmes à investir en R&D. Selon eux, plus les niveaux des subventions publiques allouées par projet de recherche sont élevés, plus les entreprises seront incitées à investir en R&D. Ils ajoutent également que la multiplicité et la diversité des financeurs publics, régions/nations/UE, pourraient également venir limiter ou accentuer l'évaluation des effets d'additionnalité ou d'éviction de la subvention publique par la littérature, provoquant ainsi la multitude de résultats empiriques contradictoires. Czarnitzki and Lopes-Bento (2014) et Mulligan et al. (2019) estiment néanmoins que cette diversité des acteurs publics n'est en rien responsable d'un quelconque effet d'éviction et que le nombre de ces financements publics viendraient finalement rassurer les entreprises sur la durabilité de ces sources publiques de financement et par la même, les inciter à investir encore plus en R&D. A l'inverse, d'autres auteurs dont Görg and Strobl (2007) estiment que les subventions les plus élevées sont celles qui offrent les retombées les plus faibles en termes de niveaux d'innovation, préconisant de fait le *saupoudrage* des financements publics à

un majorité de bénéficiaires plutôt que de les limiter à quelques entreprises ciblées.

Intuitivement, la politique de subvention directe semble être la réponse la plus appropriée à l'asymétrie d'information liée au marché financier développée précédemment. En effet, puisque cette dernière vient, comme nous l'avons rappelé, limiter l'accès aux financements privés pour les entreprises innovantes, il apparaît logique que ces dernières soient parmi les plus impactées positivement par cette politique publique (Blanes and Busom, 2004). De fait, les entreprises les plus contraintes financièrement¹⁵, sont les plus intéressées par les sources externes de financements proposées par les subventions publiques et ainsi profiter de l'occasion pour investir dans des projets de recherche d'un côté plus risqués mais pour autant plus profitables du point de vue sociétal. Zúñiga-Vicente et al. (2014) ajoute que les jeunes et petites entreprises étant les plus concernées par ces contraintes financières, elles sont alors également plus impactées par les subventions publiques que les grandes entreprises et devraient être mécaniquement les entreprises les plus ciblées par les financements publics car sont souvent positionnées sur les segments de recherches offrant la rentabilité sociale la plus élevée (start-ups, jeunes entreprises innovantes etc.).

1.3.2 La subvention indirecte

Partons du constat selon lequel la littérature économique prête à la subvention indirecte à la R&D une qualité essentielle : réduire directement le coût marginal de R&D (Hall and Van Reenen, 2000; David et al., 2000). Une comparaison entre les deux modes de soutien financier public semble alors émerger ; intuitivement, la subvention indirecte à la recherche devrait être moins soumise aux soucis liés à l'effet d'éviction que les subventions directes. Dit autrement, il semble cohérent que des fonds qui ne soient récupérés qu'ex-post par les firmes innovantes, ne puissent faire l'objet d'une éviction des financements privés qui ont déjà été dépensés. Néanmoins, puisque les décideurs publics ne disposent plus, en théorie, de la même capacité de sélection des projets de recherche subventionnés, une limite semble d'ores et déjà apparaître. Selon ces mêmes auteurs, puisque les entreprises qui obtiennent ces subventions indirectes augmentent leurs investissements en R&D, il semble que ces fonds soient plus généralement destinés à des projets de recherche susceptibles de générer des profits importants à court terme et non, comparativement à une subvention directe, des projets pouvant générer des améliorations du bien-être. Pour autant, si l'on

15. C'est à dire qui n'ont d'autres financements que les sources internes à la firme, les sources externes étant trop coûteuses ou trop difficiles à obtenir, vu l'imperfection du marché des capitaux liés à la R&D.

revient sur les théories du choix public développées précédemment, cette subvention indirecte n'induit pas les mêmes effets négatifs que les soutiens plus directs. Etant rappelé que les règles d'éligibilité sont décidées ex-ante, les entreprises observent par elles-mêmes si elles peuvent ou non prétendre à de telles allocations publiques, éliminant dès lors l'asymétrie d'information entre l'entreprise et les agents de l'administration publique. Pour autant, le crédit d'impôt ne distingue pas les projets présentant un fort niveau d'externalités des projets qui à l'inverse ne connaissent pas de soucis d'appropriation.

D'un point de vue théorique, force est de constater que les travaux ont été relativement nombreux. Dans leur travail précurseur, [Leahy and Neary \(1997\)](#) modélisent l'intervention d'un gouvernement stratège dont l'objectif est la maximisation du bien-être en présence d'externalités de connaissance. A partir d'un modèle oligopolistique, en considérant à la fois la concurrence à la Bertrand et à la Cournot, où les entreprises engagent des dépenses de R&D afin de réduire leur coût marginal de production, ils considèrent un jeu à deux étapes : volumes de production et efforts de recherche. Dans la première période, les firmes décident du volume de production (ou niveau de prix) permettant la maximisation des profits, puis dans un second temps les entreprises investissent en R&D de manière à maximiser leur profit, ces deux étapes permettant d'atteindre ce qu'ils appellent l'équilibre du marché. Considérant que le bien être dépend des deux variables d'équilibre, volumes de production et niveaux de R&D, et que ces deux variables souffrent respectivement de défaillances du marché, ils estiment que l'action de l'Etat est légitime dans les deux étapes afin de garantir l'équilibre *Pareto-optimale*¹⁶. Pour ce faire, ils développent deux politiques publiques distinctes qui doivent être appliquées conjointement. Subventionner le volume de production dans un premier temps, afin de réduire l'écart constaté entre le coût marginal de production et le prix de vente, permettant de garantir la maximisation des profits tout profitant en parallèle aux consommateurs et au bien-être. Mais également, subventionner l'effort de R&D afin de permettre d'en réduire le coût marginal de production et atteindre le volume de recherche socialement optimal. Après comparaisons des différents équilibres, avec ou sans interventions du gouvernement, ils concluent pour ce qui nous intéresse que la politique publique consistant à subventionner la recherche privée permet d'améliorer l'ensemble des sur-

16. Ils expliquent ainsi que "la politique de R&D seule, ne peut permettre atteindre l'optimum de premier-ordre". En effet, [Leahy and Neary \(1997\)](#) expliquent qu'en raison de ce double risque de défaillance du marché, production et efforts de recherche, l'Etat doit également disposer de deux instruments pour atteindre l'optimum de premier-ordre, l'optimum de Pareto. Dans le détail, lorsque la politique de recherche et développement est appliquée seule, sans subvention du volume de la production dans la première étape, l'équilibre atteint ne pourra être qu'un optimum de second ordre, c'est-à-dire le "deuxième meilleure équilibre".

plus, consommateurs/producteurs et bien-être. Ils ajoutent néanmoins que si cette dernière permet d'atteindre l'optimum de second-rang, elle n'est pas suffisante afin de garantir l'optimum de Pareto, comme ils l'avaient initialement prédit. Enfin, on peut ajouter qu'ils concluent également que la prise en compte d'une concurrence en prix ou en quantités ne changent pas significativement les résultats.

Plusieurs travaux sont venus prolonger ces travaux (Inci, 2009; Kesavayuth and Zikos, 2013; Lee et al., 2017; Gil-Moltó et al., 2018). Plus particulièrement, Inci (2009) développe un modèle similaire avec la particularité, en raison de possibles volumes de production ou d'investissement de recherche trop élevés, la subvention peut-être remplacée par une taxation de la part de l'Etat afin de réduire le niveau de recherche (ou de production) jusqu'à son optimum social. Elle détermine ainsi qu'en dessous d'un certain seuil d'externalité de connaissance, lorsque les entreprises souhaitent à tout prix accroître leur avantage concurrentiel¹⁷, elles se retrouvent dans une situation de "sur-investissement" en R&D, comparativement au niveau d'effort de recherche socialement optimal. Par conséquent, si l'Etat stratège a tout intérêt à subventionner l'effort de recherche lorsque celui-ci est trop faible (pour des degrés élevés de spillover), il se doit également de taxer ces mêmes efforts de recherche privés lorsque ceux-ci se trouvent être trop élevés (lorsque les externalités de connaissance sont faibles). Néanmoins, ces travaux ne rejettent en rien la conclusion principale, selon notre problématique, des travaux de Leahy et Neary, à savoir que la subvention de la R&D se trouve être un instrument efficace à disposition des décideurs publics, que ce soit afin d'améliorer les surplus des consommateurs et des producteurs ou bien le bien-être. Qui plus est, Inci ajoute également que la solution la meilleure du point de vue du bien-être n'est pas de taxer ou de subventionner indifféremment selon les projets de recherche, mais plutôt de venir étudier chaque secteur afin d'affiner le plus efficacement possible l'intervention publique. Bien entendu, Inci reconnaît d'ores et déjà l'ensemble des problématiques que cette préconisation suggère, liées aux biais de sélection des projets précemment développés, et explique que cette solution serait la plus efficace pour ce qu'il considère un "monde idéal".

D'autres auteurs sont revenus plus particulièrement sur la seule politique de subvention de l'innovation, se limitant de fait à l'optimum de second rang. D'un côté,

17. Leahy and Neary (1997) expliquent effectivement que la concurrence provoque deux effets distincts sur les investissements en R&D des firmes. Une concurrence accrue sur le marché peut pousser les firmes à accroître leurs efforts de recherche afin de conserver leur avantage concurrentiel sur les autres firmes présentes sur le marché (l'effet compétition). Mais à l'inverse, la concurrence peut également inciter ces mêmes entreprises à adopter une stratégie de *passager clandestin* en profitant des retombées technologiques provenant des programmes de recherche des concurrentes afin de réduire d'autant leur propre effort (l'effet spillover).

[Hinloopen \(1997, 2000a\)](#) et [Cabon-Dhersin and Gibert \(2018\)](#) considèrent pour leur part une subvention à la R&D sans conditionner l'obtention de celle-ci à son succès. Ils concluent que la politique de subvention de la recherche est là encore efficace afin d'accroître tant le bien-être que les efforts de R&D. Ils concluent par ailleurs qu'une fois cette subvention versée, de façon à maximiser le bien-être, son efficacité ne dépend pas du cadre d'organisation de la recherche, coopération ou non. D'un autre côté, [Atallah \(2014\)](#), [Matsumura et al. \(2003\)](#) et [Heggedal \(2015\)](#) considèrent que l'Etat stratège décide de verser une subvention, toujours de façon à maximiser le bien-être, mais cette fois-ci conditionnée à sa probabilité de succès. En effet, puisque la théorie économique explique que les projets caractérisés par le rendement social espéré le plus élevé présentent généralement une probabilité de réussite faible, cette hypothèse de conditionnalité contribuerait à améliorer l'efficacité de la politique de subvention dans son ensemble. Ces travaux concluent ainsi que la subvention conditionnée est négativement impactée par la probabilité de succès du projet de R&D. Ce résultat peut paraître de prime abord surprenant, mais l'intervention de l'Etat, contrairement à un financeur privé, n'est pas motivé ici par le remboursement des fonds prêtés et donc par la seule probabilité de succès du projet. Dit autrement, la subvention versée n'est pas conditionnée par le seul fait que le projet aboutisse, mais plutôt par le rendement social le plus élevé, c'est à dire l'inverse de la probabilité de succès comme nous l'avons expliqué. Malgré tout, les auteurs préconisent que les deux types de subventions doivent exister parallèlement. En effet, en partant du postulat qu'un projet pourtant prometteur pour la société dans son ensemble puisse ne pas être sélectionné en raison des critères conditionnant l'obtention de ces fonds publics, ces derniers recommandent de proposer en parallèle le maintien d'une subvention de recherche non-conditionnée.

Contrairement à la littérature théorique qui dégage un consensus clair concernant l'efficacité de la politique de subvention à la recherche comme réponse efficace à la défaillance liée à l'existence des externalités connaissance, la littérature empirique ne permet pas de dégager de consensus. Dans leurs travaux de synthétisation de la littérature empirique en vigueur, [Zúñiga-Vicente et al. \(2014\)](#) ainsi que [Petrin \(2018\)](#) révèlent une importante hétérogénéité des travaux d'évaluation de l'efficacité des dispositifs de subventions à la R&D. Ils estiment ainsi qu'après quasiment cinquante années de recherche, les résultats empiriques ne sont toujours pas dans la capacité de conclure à l'efficacité de la politique de soutien à l'innovation via le soutien financier à la R&D privée. En effet, si certains concluent à un effet d'entraînement de la subvention publique sur l'effort privé de recherche, concluant à l'effet d'additionnalité ([Busom, 2000](#); [Feldman and Kelley, 2006](#); [Guellec and Van Pottels-](#)

berghe De La Potterie, 2003; González and Pazó, 2008; Gussoni and Mangani, 2010; Takalo et al., 2013; Lhuillery et al., 2013; Czarnitzki and Hussinger, 2018), d'autres concluent à l'inverse à un effet d'éviction (David et al., 2000; Görg and Strobl, 2007; Hud and Hussinger, 2015; Marino et al., 2016)¹⁸.

1.4 Troisième instrument : la coopération comme moyen d'internaliser les externalités

Les effets de la concurrence sur l'innovation ont depuis longtemps été étudiés par Dasgupta and Stiglitz (1980) ainsi que Lee and Wilde (1980). A partir de leurs modèles théoriques, ces derniers développent l'hypothèse selon laquelle la concurrence, caractérisée par une course pour l'innovation, incite les firmes à "sur-investir" en R&D par rapport à ce qu'il serait socialement optimale. Logiquement, puisque chaque firme cherche à obtenir en première la rente qui découle de l'innovation, elles vont toutes se lancer dans cette "course" afin de développer la première le produit de cette innovation, innovation qui viendrait alors rendre obsolète celle précédemment découverte par la concurrence, et ainsi de suite. De fait, ces auteurs expliquent que si les firmes choisissaient de coordonner leurs efforts de recherche, elles limiteraient la duplication des ressources. Néanmoins, ces travaux oublient une hypothèse centrale concernant la production de connaissance : les externalités générées par les activités de recherche.

La théorie économique considère en effet, comme nous l'avons vu, les externalités comme des défaillances du marché en cela qu'elles impactent les agents sans que cela ne passe par le mécanisme des prix. En conséquence, une solution à ces défaillances semble dès lors être de faciliter la mise en place d'une compensation financière en contrepartie de ces retombées technologiques. Un des instruments avancés par la littérature permettant cette compensation se trouve ainsi être la coopération en R&D permettant de fait l'internalisation des externalités de connaissance à la structure coopérative de recherche. Les mécanismes de la coopération en R&D ont sans doute été l'instrument le plus étudié depuis les années 80 (d'Aspremont and Jacquemin, 1988; Amir, 2000; Amir et al., 2002, 2003; Brod and Shivakumar, 1997; Katz, 1986; Kamien et al., 1992; Norman and Pepall, 2004; Capuano and Grassi, 2019). De ces travaux, il apparaît qu'au delà d'un certain niveau d'appropriation des connaissances technologiques, l'effort de R&D de coopération l'emporte sur l'effort

18. Les conclusions peuvent effectivement changer en fonction des hypothèses et des approches utilisées comme le relèvent Zúñiga-Vicente et al. (2014)

de non-coopération. Par ailleurs, l'investissement de R&D semble croître avec le degré de *spillovers* lorsque les firmes coopèrent alors qu'il décroît lorsqu'il n'y a pas de coopération ¹⁹.

Comme nous l'avons déjà rappelé, les décideurs publics américains et européens se sont rapidement emparés de ce débat, au travers notamment du *National Cooperative Research Act* ou encore des articles 85 et 86 du Traité de Rome. De fait, ces autorités publiques ont encouragé les accords de coopération horizontale dans des secteurs industriels à fortes retombées technologiques, tout en rappelant leur engagement dans la lutte contre les diverses ententes visant à restreindre le volume de production, ou augmenter les prix, afin d'accroître les profits. En effet, la littérature économique explique de manière consensuelle, que la collusion ou les différents cartels visant à accroître les profits des entreprises prenant part à cette entente, ont des impacts négatifs sur le bien-être (surplus des consommateurs) et sont ainsi à proscrire. Pour autant, étant donnée que la connaissance n'est pas un bien comme un autre, principalement lorsque les externalités qu'elle génère sont importantes, la coopération en R&D permet effectivement l'augmentation du surplus des producteurs, mais sans que ne se fasse au détriment des consommateurs et donc du bien-être. La littérature théorique en économie industrielle a longuement traité ces aspects de la coopération en R&D.

Un des modèles précurseurs, développé par [Coase \(1960\)](#), s'intéresse plus particulièrement aux externalités négatives. Selon le théorème du même auteur, "les externalités ne sont pas un problème si les droits de propriété sont clairement définis et si les coûts de transaction sont nuls". Dit autrement, sous certaines hypothèses fortes, le marché serait en capacité d'égaliser le coût social et le coût privé permettant d'atteindre l'optimum pareto. Ce raisonnement peut aisément être transposé aux externalités positives, entre autres de connaissance. Pour ce faire, il suffit que les détenteurs d'un droit de propriété sur cette connaissance puissent contractualiser l'utilisation de ces retombées technologiques avec les concurrents qui souhaitent en profiter, moyennant rétributions financières. L'analyse se réduit alors à une relation bilatérale entre l'émetteur de l'externalité et le récepteur sans nécessiter aucunement l'intervention publique ni celle d'un régulateur privé.

En résumé, tout pourrait se passer pour le mieux dans le meilleur des mondes, le théorème de Coase annihilant de fait la défaillance du marché liée aux externalités.

19. La majorité de ces travaux théoriques se limitent à une comparaison entre les équilibres coopératif et non-coopératif, les choix de coopération étant de fait exogènes. On peut néanmoins citer les travaux de [Capuano and Grassi \(2019\)](#) qui ont proposé une formalisation théorique permettant d'endogénéiser le choix de la structure d'organisation de la recherche.

Cependant, des limites, reconnues par Coase lui-même, sont facilement perceptibles. En effet, les hypothèses de bases sont difficilement tenables. Comme nous l'avons vu précédemment, les droits de propriétés ne sont pas parfaitement définis. Qui plus est, puisque ces droits de propriétés ne sont pas parfaitement définis et que la réalité diffère du seul cadre de la concurrence pure et parfaite, les coûts ne sont dans les faits pas nuls, mettant parfois même à mal toutes tentatives de contractualisation en raison du montant à supporter pour la seule transaction. Ce qui nous amène à conclure qu'en présence d'externalités de connaissance et de coûts de transaction, le recours à une forme organisationnelle coopérative semble inévitable afin d'offrir une opportunité efficace d'internaliser les retombées économiques de la R&D. De plus, l'intervention publique se limite ici à une simple autorisation légale, laissant aux entreprises le soin de régler elles mêmes leurs soucis liés aux externalités technologiques et évitant de ce fait les critiques habituelles liées à l'interventionnisme des décideurs publics.

En ce qui concerne plus particulièrement notre objet de recherche, la coopération dans un contexte de spillovers, le modèle précurseur de [d'Aspremont and Jacquemin \(1988\)](#) est à la base de nombreux travaux théoriques développés encore aujourd'hui. Ces derniers s'interrogent ainsi sur la question des externalités de connaissance en comparant, pour cela, le niveau de R&D de la firme individuelle et celui obtenu à partir d'accords de coopération. Ils en arrivent à la conclusion qu'en présence de spillovers, la coopération permet de rétablir l'incitation à innover, tend à améliorer les surplus des producteurs et des consommateurs et également le bien-être²⁰. En se basant sur un modèle de duopole à la *Cournot*, ils considèrent trois scénarios possibles :

- La non-coopération : les firmes choisissent des stratégies concurrentielles dans les deux activités (efforts de R&D et production).
- La coopération partielle : les firmes coopèrent uniquement en ce qui concerne l'activité de R&D mais restent en situation de concurrence s'agissant de la production. Les firmes choisissent alors le niveau d'investissement en recherche leur permettant de maximiser leur profit joint, après quoi elles redeviennent concurrentes sur le marché de la production.
- La coopération totale : les firmes coopèrent pour les deux activités. Elles déterminent ainsi à la fois le niveau d'investissement en R&D qui maximise le profit joint, mais également le volume de production optimal qui maximise ce

20. Ces résultats sont robustes si et seulement si le niveau de spillovers est suffisamment élevé et qu'il n'y ait pas de comportement collusif au niveau de la production

même profit joint.

Les deux firmes peuvent décider d'investir en R&D (innovation de procédés) afin de réduire leur coût de production, ce dernier dépendant ainsi directement de son niveau de R&D mais également de celui de la concurrente en proportion du niveau de spillovers, noté β et vérifiant $0 \leq \beta \leq 1$. Afin d'entreprendre cette recherche, les firmes supportent un coût de recherche, fonction quadratique de l'output²¹. A partir d'une fonction de production tenant compte d'une externalité positive et exogène, les auteurs comparent les niveaux de recherche ainsi que les niveaux de bien-être social de l'équilibre de Nash dans les trois configurations déjà explicitées.

Il découle de leurs travaux que pour un niveau de spillovers élevé, lorsque les externalités sont fortes ($\beta \geq 0.5$), le niveau optimal de R&D de coopération est supérieur à celui de la situation de non-coopération, mais néanmoins inférieur au niveau pareto-optimal pour la société. La coopération permet effectivement d'accroître les incitations à innover bien que les entreprises doivent faire face à des externalités élevées. A l'inverse, lorsque les externalités sont faibles, c'est à dire $\beta \leq 0.5$, le niveau de R&D est plus important à l'équilibre non-coopératif. S'agissant du surplus social, les comparaisons aboutissent à des résultats similaires à l'avantage de la coopération en R&D pour des externalités élevées et inversement. En conclusion, les auteurs estiment que la coopération permet de combler en partie le déficit d'incitation à innover et de réduire l'écart entre le rendement privé et le rendement social de l'investissement de recherche. Dans la lignée de leurs travaux, de nombreuses études sont venues dépasser certaines limites de cette modélisation à la d'Aspremont et Jacquemin (AJ). [Suzumura \(1992\)](#), [Poyago-Theotoky \(1995\)](#), [Leahy and Neary \(1997\)](#) et [Hinlopen \(2000b\)](#) dépassent ainsi le seul duopole considéré dans le modèle AJ en considérant un marché oligopolistique, que ce soit dans le cadre d'une concurrence à la Cournot (en quantités) ou à la Bertrand (en prix). Leurs différentes conclusions confirment celles déjà obtenues par AJ. Qui plus est, ils déterminent que dans un environnement compétitif, les firmes disposent d'une incitation accrue à investir en R&D afin de gagner en compétitivité et d'en tirer un avantage concurrentiel. Cependant, ils remarquent qu'au delà d'un certain niveau de spillover inter-firmes, cet effet *compétition* est contrebalancé par un second effet, l'*effet spillover*, qui vient décourager l'investissement en R&D en raison des externalités que ces activités génèrent ([Leahy and Neary, 1997](#)).

21. Une distinction terminologique semble ici nécessaire. Les firmes supportent un coût de recherche, ce qui correspond alors à l'effort de recherche ou à l'investissement consenti par la firme, en contrepartie duquel elles obtiennent un volume de recherche, c'est à dire le niveau de connaissance produit par la firme.

Là encore, des critiques à leur modèle théorique peuvent être relevées, dont la principale tient au fait que leur modélisation ne permettrait de considérer que partiellement les externalités de connaissances. Dans leur modélisation, les auteurs ne tiendraient finalement compte que des externalités *externes*, de telles sortes que les spillovers se produiraient uniquement à la phase finale du processus d'innovation ce qui est opposable (Amir, 2000; Hinlopen, 2000a,b). En effet, en tenant compte des rendements décroissants de la recherche uniquement pour leur propre effort, ils omettent totalement de considérer les coûts liés à l'obtention des retombées technologiques en provenance de la concurrence. Pourtant, la diminution du coût marginal d'une entreprise dépend également de la recherche des concurrentes, en raison de la captation des externalités de connaissance. Par conséquent, selon ses détracteurs (Kamien et al., 1992), la modélisation à la AJ ne serait pas suffisante pour prendre en compte ces externalités *internes*, qui se produisent au contraire tout au long du processus de production de la connaissance par le biais de conférences de chercheurs, de veille technologique etc.

La réponse à cette limite du modèle d'AJ a été apporté par les travaux de Kamien et al. (1992). A partir d'un jeu à deux étapes, similaire à celui de AJ²², le modèle de KMZ fait l'hypothèse, plus réaliste, d'externalités avec rendements décroissants, donc de spillovers internes. Ils étendent pour cela le modèle d'AJ en considérant n firmes qui produisent un bien différencié, en situation de concurrence à la fois à la Cournot puis à la Bertrand lors de la seconde étape du jeu. Les firmes supportent un coût quadratique de recherche dont le montant est supérieur à la seule production de connaissance (rendements décroissants) mais également au niveau de *recherche effectif*, l'output de recherche de la firme auquel s'ajoute le spillover en provenance des concurrentes. En effet, chaque firme profitant en proportion $0 \leq \theta \leq 1$ de la recherche des concurrentes, paramètre caractérisant le degré de spillover, elle supporte en contrepartie un coût de recherche tenant compte de son propre effort mais également de la proportion de la recherche des concurrentes qu'elle obtient via les externalités. Dans leur modèle, les auteurs considèrent quatre types de structures d'organisation possibles pour les firmes :

- (i) La concurrence en R&D (*R&D competition*) : chaque entreprise choisit individuellement le montant de R&D qui maximise son profit.
- (ii) La coordination des efforts en R&D (*R&D cartel*) : les firmes choisissent de coordonner leurs efforts de R&D afin de maximiser la somme des profits.

22. Les firmes décident de leurs efforts de recherche dans un premier temps, toujours dans l'objectif d'une réduction de leur coût marginal de production, puis, dans un second temps, déterminent le volume optimal de production.

- (iii) La *RJV* concurrentielle²³ (*RJV competition*), structure de recherche où par hypothèse $\theta = 1$, c'est à dire que les entreprises partagent 100% de leur recherche, mais étant en concurrence sur la R&D, elles ne s'entendent pas sur la détermination ex-ante des niveaux de R&D, gardant dès lors comme objectif la maximisation de leur profit individuel.
- (iv) Et enfin, la *RJV* avec coordination des efforts de R&D (*RJV cartelisation*) : en plus d'une recherche totalement partagée ex-post ($\theta = 1$), les firmes décident de coordonner leurs efforts de recherche afin de maximiser la somme de leurs profits.

Leurs résultats se situent dans la continuité de ceux préalablement obtenus par AJ. En effet, ils concluent que la meilleure situation possible se trouve être la coordination des efforts avec une approche permettant le développement des externalités, ce qui permet tout à la fois d'obtenir les profits les plus élevés et les prix les plus bas pour les consommateurs et conduit également à obtenir les efforts de recherche les plus élevés. Ils éliminent enfin l'effet de *passager clandestin* lorsque les firmes coopèrent en R&D dans le cadre d'une *RJV*, légitimant l'argument de AJ faisant de la coopération en R&D un moyen d'internaliser les externalités lorsque celles-ci sont élevées ($\theta \geq 0.5$).

Plusieurs travaux se sont intéressés à la dualité des deux modélisations précédentes (AJ vs KMZ), dégagant ainsi une formalisation mathématique permettant de corriger le modèle de AJ tout en tenant compte des spillovers internes. Un moyen de passer de l'un à l'autre a été proposé par Amir (2000) et Hinloopen (2000a), consistant à intégrer au coût de recherche un coût lié à l'absorption de ces externalités de connaissance²⁴. Ils aboutissent ainsi aux mêmes conclusions que AJ, tout en obtenant des résultats minorés concernant les principales variables étudiées (profits, volumes de production, niveaux de R&D et bien-être).

Cette modélisation théorique à la AJ a par la suite généré une littérature importante (Marjit, 1991; Combs, 1992; Motta, 1992; Vonortas, 1994; De Bondt, 1997;

23. L'acronyme RJV correspond à ce que l'on peut qualifier de structure de recherche partagée, Research Joint Venture. Les firmes peuvent effectivement dans une première étape choisir leur approche de R&D. Dans les faits, elles peuvent décider soit d'entreprendre une *approche spécifique* consistant en la spécialisation de la recherche, limitant par construction les flux de connaissance entre les firmes concurrentes ($\theta \leq 1$), soit une *approche identique* qui permet au contraire aux entreprises de partager les résultats de leur recherche avec la concurrence ($\theta = 1$)

24. Pour ce faire, les auteurs proposent d'intégrer le paramètre de spillover β dans la fonction du coût de recherche de façon à majorer les coûts de recherche en tenant compte de ceux liés à la captation des spillovers.

Amir and Wooders, 1998, 2000; Amir et al., 2003, 2008). La coopération en R&D est ainsi considérée par la théorie économique comme un instrument efficace afin de stimuler l'innovation des entreprises. La théorie économique reconnaît ainsi que la coopération en R&D permet aux entreprises non seulement d'internaliser les spillovers, mais aussi de profiter de nouveaux marchés, d'exploiter les synergies, partager les connaissances, réduire les risques inhérents aux activités de recherche etc.

Une dernière modélisation de la coopération en R&D a également été avancée par la littérature économique : le laboratoire commun de recherche (*joint research lab*) (Amir, 2000; Cabon-Dhersin, 2007, 2008). Cette structure de coopération, moins étudiée que les autres structures développées précédemment, est par définition indépendante des spillovers. A l'instar des *RJV*, les laboratoires communs de recherche se caractérisent effectivement par un partage complet des résultats de la recherche entre les membres, mais suppose également un partage égal des coûts de recherche ainsi qu'une réduction équivalente du coût marginal de production. De fait, cette structuration de la recherche suppose que les entreprises déterminent conjointement un unique effort de recherche commun, de manière à maximiser le profit commun de la structure. Les entreprises membres du *joint lab* s'engagent ainsi dans une double coopération, cartel de R&D et collusion concernant le volume de la production, lui-même déterminé de façon à maximiser le profit commun. Selon ces travaux, le laboratoire commun permettrait une meilleure exploitation des synergies entre les firmes membres, ainsi qu'une coopération plus stable dans le temps en cela que la déviance d'un membre y serait plus limité que dans le cadre d'un cartel ou d'une *RJV*. Les auteurs concluent ainsi que le *joint lab* peut apparaître comme un complément efficace aux structures déjà existantes. En effet, si la coordination des efforts est inefficace pour des degrés faibles de spillovers, le laboratoire commun est au contraire en capacité d'améliorer l'ensemble des résultats d'équilibre lorsque les externalités sont faibles, comparativement à la non-coopération. Cette structure ne semble pas pour autant en mesure d'enrayer les défaillances de marché lorsque les spillovers sont élevés.

Comme nous le verrons dans la section suivante, l'analyse des avantages de la coopération a par la suite été élargi aux partenariats public-privé (Poyago-Theotoky, 2009; Poyago-Theotoky et al., 2002; Beath et al., 2003; Gil-Moltó et al., 2018). Au regard de nombreux travaux empiriques, il a été montré que les résultats de recherche du secteur public émanant des laboratoires publics ou des universités profitaient positivement au secteur privé de la recherche et représentaient ainsi une véritable force d'attractivité des activités privées de recherche (Jaffe, 1989; Audretsch et al.,

2002; Autant-Bernard, 2001; Cohen et al., 1994; Veugelers and Cassiman, 2005; Boufaden and Plunket, 2007; Mascarenhas et al., 2018).

En résumé, deux réponses sont ainsi apportées par la littérature théorique. Tout d'abord, (i) lorsque les firmes sont fortement impactées par la défaillance d'externalités, ces dernières peuvent être incitées à coopérer afin d'internaliser les spillovers et par la même résoudre le problème de *free-rider*, qui s'attribuerait sans contreparties financières les résultats de recherche de sa concurrente. Mais également, elles peuvent être incitées à coopérer afin (ii) de partager les coûts de recherche qui ne sont pas négligeables lorsque les externalités de connaissance sont assez faibles. Néanmoins, l'entente concernant le volume de la production n'est jamais retenue puisque comme nous l'avons déjà expliqué, si elle permet d'améliorer le surplus des producteurs, cela se fait au détriment des consommateurs et du bien-être, même si cette entente est associée à un cartel de R&D²⁵.

Malgré l'engouement récent des Etats pour les politiques de clusters comme stratégie principale de soutien à l'innovation, peu de travaux vont associer les deux pans de la littérature évoqués ci-dessus : la coopération (entre firmes mais aussi entre firmes et secteur public de la recherche) et l'attribution de subvention. Dans un travail théorique, Hinlopen (1997, 2000a,b, 2001) s'intéresse à l'effet d'une subvention (financée ou non par une taxe sur les profits des entreprises) sur les efforts de R&D selon que les firmes coopèrent ou non. Il conclut ainsi que l'attribution de cette subvention par l'Etat annihile totalement l'effet de la coopération de la R&D lorsque les externalités de recherche sont élevés. En effet, les résultats d'équilibre (volumes de production, niveaux de recherche et bien-être) sont identiques quelque soit la forme d'organisation de la recherche.

Du point de vue de la littérature empirique, les résultats des nombreuses études tendent à confirmer les conclusions tirées de la littérature théorique (Hagedoorn et al., 2000; Cassiman and Veugelers, 2002; Lopez, 2008; Abramovsky et al., 2009; Cerulli et al., 2016). Il ressort de ces études empiriques, que les entreprises semblent effectivement disposer d'une probabilité à former un accord de coopération croissante avec l'évaluation qu'elles peuvent faire des externalités de connaissance dans leurs secteurs d'activités. Un débat semble également naître de certaines études concernant l'efficacité du versement des subventions à la R&D afin d'inciter les firmes à

25. Ces résultats doivent néanmoins être nuancés par l'instabilité constatée de ces accords de coopération de R&D. Cabon-Dhersin (2007) soutient ainsi que plus de la moitié de ces alliances sont inéluctablement voués à l'échec. La théorie des jeux explique qu'en raison des comportements opportunistes que peuvent susciter la présence de spillovers et l'incomplétude des contrats, ces accords de coopération en R&D peuvent être mis à rudes épreuves et finalement se dissoudre.

collaborer, et ainsi disséminer les externalités de connaissance. Si certains estiment que de telles subventions ont une efficacité incontestée (Czarnitzki et al., 2007; Broekel et al., 2011; Fornahl et al., 2011; Franco and Gussoni, 2014), d'autres au contraire estiment que le bénéfice social d'une politique de subvention à la R&D viendrait en quelques sortes réduire celui de la coopération inter-firmes, concluant ainsi à une efficacité en demi-teinte (Cerulli et al., 2016). D'autres études vont encore plus loin en étendant les bénéfices de la coopération inter-firmes à la collaboration entre les laboratoires publics de recherche et les entreprises privées de la R&D (Hall et al., 2003; Adams et al., 2001; Abramovsky and Simpson, 2011; Becker et al., 2014).

1.5 Dernier instrument : la place de la recherche publique et le capital humain spécialisé

Commençons tout d'abord par essayer de définir quelles pourraient être les différences ou les similitudes entre une recherche menée par une entité privée ou publique. Corbel et al. (2011) situent la différence fondamentale entre la recherche privée et la recherche publique, non pas dans les moyens utilisés mais, dans ce que les deux communautés font de leurs résultats une fois le processus de recherche abouti. Concernant le secteur public de la R&D, le leitmotiv consiste en l'enrichissement de la base de connaissances communes, impliquant mécaniquement leur libre diffusion. Du côté de la recherche privée, il s'agit à l'inverse de s'appropriier le savoir pour générer des rentes d'innovation. En résumé, les auteurs estiment ainsi que la communauté scientifique (secteur public) a pour préoccupation l'accroissement du stock de savoir public, l'accumulation du savoir en tant que tel, tandis que la communauté de la technologie (secteur privé) a pour préoccupation l'accroissement du flux de rentes. Ils concèdent toutefois que certaines de ces institutions académiques, notamment aux États-Unis, se sont davantage tournées vers les activités économiques et l'appropriation du savoir. Pour autant, bien que les universités peuvent être amenées à déposer des brevets et les entreprises à publier certains de leurs résultats, "il n'en demeure pas moins que le centre de gravité des préoccupations des laboratoires publics de recherche et des industriels est nettement divergent au niveau de la tension entre propriété et diffusion du savoir".

Au regard de la littérature théorique, force est de constater que les travaux traitant de la recherche publique sont peu nombreux. On peut néanmoins repartir du constat déjà explicité montrant que les nombreux travaux en économie de la connaissance mettent en évidence la partielle appropriabilité des connaissances par les agents

qui en sont détenteurs. Elles seraient ainsi à l'origine d'externalités, permettant aux agents qui bien que n'en étant pas détenteurs, bénéficient de la production de ces connaissances. Même si ce phénomène ne se limite pas à la seule recherche publique mais concerne l'ensemble de la connaissance, il est pour autant reconnue que la recherche fondamentale serait plus soumise que d'autres à ces externalités. La recherche publique ayant généralement pour vocation la recherche fondamentale, en raison de son bénéfice social élevé, cette dernière serait alors plus particulièrement génératrice de ces externalités de connaissance (Autant-Bernard, 2015).

Dès lors, l'objectif de la recherche publique est ainsi de pallier au déficit privé de R&D, notamment en connaissances fondamentales. A partir de ce constat, deux approches sont envisageables. Si on se limite à une vision très linéaire du processus d'innovation, la recherche publique est par construction considérée comme un input pour la recherche privée, plus destinée à la recherche appliquée. Par conséquent, la capacité d'innovation des firmes devraient pouvoir s'accroître sans que ces dernières n'aient à supporter le coût lié à cet accroissement de connaissances, de fait supporté par le secteur public. Mais encore, si on ouvre le raisonnement à une vision cette fois-ci plus interactive du processus d'innovation (Landau and Rosenberg, 1986), la recherche est perçue comme possiblement génératrice d'effets d'entraînement sur la recherche privée. En effet, si l'on considère les différents échanges entre les entreprises et les laboratoires publics, l'output public serait ainsi également à l'origine d'un effort supplémentaire de recherche privée qui viendrait alors s'ajouter au seul effet précédent (Autant-Bernard, 2015).

Au côté des externalités "pures" de connaissance, le secteur public de la recherche génère également des externalités *pécuniaires* via ses investissements dans le secteur éducatif et les infrastructures de recherche. En ce qui concerne les externalités liées à la production d'un *capital humain qualifié*, les travaux de Romer (1986), Lucas (1988) et Fujita (1988) suggèrent que ces dernières résultent de manière endogène de la co-localisation des firmes et de la main d'oeuvre. La présence d'une main d'oeuvre qualifiée étant un déterminant essentiel du processus d'innovation, l'existence d'organismes publics d'enseignement supérieur, offerts par les universités publiques entre-autres, est donc un vecteur susceptible d'accroître les capacités d'innovation des entreprises. S'agissant de la possibilité offerte aux firmes de profiter des investissements publics en infrastructures de recherche (plateformes technologiques...), puisque le secteur public de part ses activités de recherche dispose de ses services, le secteur privé pourra ainsi tirer profit de ces infrastructures ou services, indispensables aux activités de R&D, à moindre coût, permettant là encore un ac-

croissement de l'effort privé de recherche (Veugelers and Cassiman, 2005; Boufaden and Plunket, 2007; Scandura, 2016; Aristei et al., 2016).

Si des travaux étudient la capacité d'attractivité d'une université, son effort de recherche faisant office de force d'agglomération (Baslé and Le Boulch, 1999; Corbel et al., 2011), peu de travaux théoriques étudient le rôle de la recherche publique en tant que tel. Nous pouvons citer les travaux de Cabon-Dhersin and Taugourdeau (2018) qui étudient l'organisation et la distribution des activités de recherche, et des chercheurs, entre les laboratoires publics et privés dans un cadre coopératif. De même, nous pouvons citer les travaux de Cabon-Dhersin and Gibert (2018) qui analysent l'impact des diverses politiques publiques de soutien à l'innovation, dont le soutien à un secteur public de recherche, dans un cadre de la recherche à la fois coopératif et non-coopératif. Enfin, on peut également mentionner, les travaux sur les *mixed market* qui étudient pour leur part la coopération entre deux entreprises privée et publique qui ont la particularité d'investir en recherche afin de réduire leurs coûts de production (Gil-Moltó et al., 2018). Ils obtiennent ainsi que la présence d'une entreprise publique, qui intervient conjointement sur les marchés de la production et de la R&D, est une politique publique efficace afin d'atteindre les niveaux optimaux de R&D, plus efficace qu'une simple coopération avec une entreprise privée. D'autres parts, un autre courant de la littérature théorique se penche également sur cette problématique dont on peut citer les travaux de Zikos (2010) et Marinucci (2012) qui tentent d'intégrer l'étude d'un laboratoire public de recherche dans une modélisation *en réseau*.

Dans une optique de synthétisation de l'impact théorique du secteur public de recherche, on peut relever *huit outputs* sur son environnement économique (Goldstein et al., 1995). On regroupe ainsi *la création de connaissance*, au travers de ses activités de recherche (fondamentales ou appliquées) le secteur public accroît le stock de connaissances au sein de l'économie. Deuxièmement, *la création de capital humain* qui correspond simplement à sa mission d'enseignement et de formation de main d'oeuvre hautement qualifiée. On retrouve également, *le transfert de savoir-faire existant*, *l'innovation technologique*, *l'investissement en capital* qui recensent la construction et l'entretien d'infrastructures et d'équipements de recherche. Mais encore *le leadership régional* qui se caractérise par son autorité morale ou sa participation à des comités locaux. Bien que les deux derniers peuvent se confondre, citons aussi *son influence sur le milieu régional l'entourant* qui correspond aux contributions involontaires que transmet une université à son environnement par le biais notamment de sa présence et de ses activités. Enfin, son dernier apport correspond

à l'*infrastructure de connaissance*. Cette notion, développée à partir de la théorie de la croissance endogène, peut se définir comme une composante élargie du concept des économies d'agglomération régionale (Krugman, 1991). Dès lors, il s'agit de l'ensemble du stock de connaissances partagées avec les composantes institutionnelles et organisationnelles qui soutiennent sa croissance et son application²⁶.

En ce qui concerne plus particulièrement ces externalités développées précédemment, tout un ensemble d'évaluations économétriques attestent d'effets positifs significatifs du secteur public. Ces études qui rendent compte de l'effet de cette politique sur la recherche et l'innovation privées, reposent majoritairement sur des fonctions de production de connaissances à la Grilliches-Jaffe (Jaffe, 1989). Cette modélisation dispose de l'avantage de considérer la recherche publique comme un input de sa collègue privée mais ne permet pour autant pas de distinguer l'effet de l'externalité de connaissance de celui de l'externalité pécuniaire. Cette prise en compte permet néanmoins d'obtenir in-fine une évaluation globale de cette intervention publique sur le sous-investissement en R&D privée.

On peut pour cela citer de nombreux travaux qui attestent de manière consensuelle d'un effet positif de la recherche publique sur l'innovation privée (Jaffe, 1989; Audretsch and Feldman, 1996; Candell and Jaffe, 1999; Feldman et al., 2014; Varga et al., 2012; Autant-Bernard et al., 2013; Azoulay et al., 2018). Cet effet reste cependant relativement faible, Autant-Bernard and LeSage (2011) détermine ainsi une élasticité de la recherche privée à l'input public de 0,15. Dit autrement, un doublement du niveau de la R&D publique induirait une augmentation de 15% du montant des dépôts de brevets sur les innovations par des entreprises privées. Les résultats quant à l'impact sur l'effort privé de R&D sont moins nombreux mais déterminent également des retombées positives de l'effort public de recherche. Jaffe (1989) et Autant-Bernard (2001) concluent, respectivement au travers d'une étude sur les Etats-Unis et sur la France, quant à la capacité de la recherche publique à générer des effets d'entraînement sur la recherche privée. Dans ces deux études, l'effort public apparaît ainsi comme un facteur significatif générant une augmentation des dépenses privées de R&D. Ainsi, l'effort de recherche du secteur public agit en quelques sortes comme un complément à l'effort privé et non comme un substitut. Pour Jaffe (1989), il apparaît alors primordial pour un gouvernement de promouvoir la recherche publique afin de stimuler l'innovation locale. Ajoutons que pour

26. D'un point de vue local, cette définition regroupe non seulement le système d'institutions produisant les connaissances publiques et privées, mais également les capacités d'innovation et d'apprentissage des firmes, des travailleurs et des institutions, ainsi que le réseau de connections les liant.

l'ensemble de ces études empiriques, l'effet positif de ces externalités publiques de recherche est d'autant plus prononcé que les entreprises se localisent à proximité de l'université.

D'un point de vue empirique, il semble alors indéniable que la recherche publique semble produire des externalités positives sur la recherche privée, que ce soit de façon directe comme le montrent les études sur le dépôt de brevets, ou encore de manière indirecte via son effet d'entraînement sur les dépenses privées de R&D²⁷.

Conclusion

En conclusion de cette revue de la littérature économique, nous retiendrons les principales conclusions suivantes :

- L'innovation en tant que bien public souffre de nombreuses défaillances qui légitiment l'intervention publique. En raison des externalités de connaissances qu'elles génèrent, les activités de R&D sont fortement soumises au phénomène de *passager clandestin*. En conséquence, l'innovation se caractérise par un rendement collectif supérieur au rendement privé, réduisant les incitations des entreprises privées à investir en R&D.
- Pour endiguer ce déficit d'incitations privées en R&D, l'Etat, dans son rôle de régulateur du marché, dispose de plusieurs instruments de politiques publiques : garantir des droits de propriétés sur les résultats de la recherche pour que les firmes innovantes puissent bénéficier de la rente d'innovation, subventionner les projets de recherche afin d'en réduire le coût marginal de production, permettre et inciter la coopération en R&D dans l'objectif d'internaliser les retombées technologiques, investir directement dans des projets de recherche non privilégiés par les entreprises privées via un secteur public de la recherche.
- Ces différents instruments de politiques publiques destinés à soutenir l'innovation, plébiscités avec plus ou moins d'intérêt par la littérature économique, ont fait l'objet de nombreuses applications par les décideurs publics (chapitre 2) : politique des pôles de compétitivité en France, dispositif de crédit d'impôt recherche, coexistence et collaboration de deux secteurs de recherche public (universités et laboratoires publics) et privé, financements participatifs et business angels etc.

27. Rappelons que l'analyse d'impact n'est en rien une analyse coût-avantage en cela qu'on ne cherche pas ici à déterminer la rentabilité économique, ou même financière, d'une telle politique.

- Face au manque de consensus sur l'efficacité de ces divers instruments de la politique d'innovation (et en raison de l'absence de travaux d'évaluation sur leur efficacité croisée) nous retenons de cette présentation de la littérature économique la nécessité d'établir une modélisation théorique à même d'apporter un regard plus complet sur l'efficacité de la politique d'innovation.

Chapitre 2

La mise en place des pôles de compétitivité

Introduction : Prise de conscience politique et prémices européens

A la fin des années 90, l'Union Européenne a pris la mesure du retard technologique qui s'est creusé avec les Etats-Unis. A titre d'exemple, entre 1996 et 2006 le nombre d'articles scientifiques publiés dans les pays de l'Union Européenne ne représentait seulement que 88% de ceux publiés aux Etats-Unis. Au delà même de ce critère quantitatif, la qualité n'était pas non plus au bénéfice de l'UE. En effet, le nombre d'articles européens classés parmi les articles les plus cités au monde ne représentaient que 54% de ceux publiés par des auteurs américains (Gaillard, 2013). On peut également citer des exemples de produits à la pointe de la technologie pour lesquels l'Europe, première puissance économique mondiale²⁸, n'est pas au rendez-vous. Il a ainsi fallu attendre la fin de l'année 2016 pour voir les nations européennes se doter d'un système de *GPS* indépendant des Etats-Unis, avec le système *Galiléo*, tandis que l'on déplore toujours l'absence de système d'exploitation européen indépendant, avec tous les risques stratégiques que cela pose²⁹. Ces exemples trahissent nettement l'avance technologique prise par les Etats Unis vis-à-vis de l'Union Européenne, pourtant historiquement le berceau des plus grandes nations industrielles. Bien entendu, ce constat relativement alarmiste n'est en rien un aveu de défaite. En effet, rappelons que lorsque les nations européennes décident de collaborer concernant des grands projets industriels, ces derniers aboutissent à de véritables succès

28. Première puissance économique du monde entre 2005 et 2014, l'UE représentait cette année-là 23,64 % du PIB mondial contre 22,37 % pour les États-Unis. Depuis 2015, elle occupe le deuxième rang, derrière les États-Unis, avec 22 % du PIB mondial.

29. La guerre économique entre les USA la Chine, dont l'UE n'est que spectatrice, concernant le déploiement de la technologie "5G" par l'entreprise chinoise Huawei, avec les accusations d'espionnage international que cela pose, en est la parfaite illustration.

commerciaux. L'exemple le plus fameux est Airbus qui a tout juste fêté ses cinquante années d'existence, avec le succès commercial qu'on lui connaît.

Cette prise de conscience s'est politiquement traduite par la Stratégie de Lisbonne, axe majeure de la politique économique de développement de l'UE à 15 de 2000 à 2010. L'objectif de cette politique, économique et industrielle, était de transformer l'Union à quinze en "l'économie la plus compétitive du monde" et de parvenir au plein emploi à l'horizon 2010. C'est à cette occasion que de nombreux pays européens ont porté un intérêt tout particulier au développement des clusters, en faisant ainsi un des piliers stratégiques des politiques industrielles en Europe (Ketels, 2004). Cette politique reposait initialement sur trois piliers majeurs :

- Le premier, économique, voulait "transformer l'économie européenne en une économie compétitive, dynamique et fondée sur la connaissance".
- Le second, social, devait "permettre de moderniser le modèle social européen grâce à l'investissement dans les ressources humaines et à la lutte contre les exclusions sociales".
- Le troisième, environnemental, attirait quant à lui l'attention sur l'importance de dissocier la croissance économique de "l'utilisation des ressources naturelles".

Le rapport à mi-parcours de 2005 dit *rapport Kok*, du nom de l'ancien Premier ministre des Pays-Bas, dresse une série d'erreurs de cette politique, liées en particulier à la multiplicité des objectifs chiffrés initiaux. Afin de remplir de manière plus efficace leurs engagements de développement, seuls persistent deux objectifs, à savoir un taux d'investissement (public et privé confondus) dans la R&D de 3% du montant du PIB global européen, ou encore un taux d'emploi d'environ 70%, objectifs revus dits de Barcelone (Amable, 2006). Toutefois, à l'heure du bilan, l'échec de cette politique quant à la tenue de ses objectifs était clair. Ces derniers, bien qu'initialement ambitieux, aboutissaient à des résultats insuffisants. Alors qu'elle prévoyait d'affecter 3% de son PIB au budget de la R&D, l'UE n'y consacrait à peine que 1.9%. Avec là encore des disparités importantes entre pays. Si l'on considère simplement les dépenses de R&D en pourcentage du PIB, ce n'est par ailleurs pas le modèle néo-libéral mais le modèle social-démocrate qui est en pointe. Citons quelques exemples démonstratifs allant des bons résultats de la Suède avec 3.95% en 2006 à ceux des "mauvais élèves" tels les 1.1% de l'Italie et 2.16% pour la France³⁰. A titre de comparaison, ce chiffre était à la même période de 2.6% pour les USA et 3.15% au Japon. De même, le taux d'emploi de l'UE s'établissait à 64.3% en 2011,

30. source Eurostat

loin de l'objectif de 70% initialement visé. Ainsi, malgré ce bilan réalisé en 2004 et la réorientation opérée, l'échec était indéniable en 2010.

En réponse à ce revers, la Commission s'est recentrée autour d'une nouvelle politique en mars 2010, la stratégie *Europe 2020*. Une fois n'est pas coutume, cette dernière repose là aussi sur trois grands axes liés les uns les autres. Toutefois, ces piliers ne reposent plus qu'uniquement sur la sphère économique avec un raisonnement affiché, moins d'objectifs ambitieux pour plus d'efficacité. Les trois axes sont ainsi l'innovation, l'accroissement du taux d'emploi et la durabilité de la croissance. Le programme, doté de 79 Mds d'euros, couvre l'ensemble de la chaîne de l'innovation allant de l'idée initiale jusqu'à sa commercialisation. Une liste d'objectifs chiffrés est là aussi présentée. Encore plus ambitieux que la stratégie de Lisbonne, Europe 2020 se propose d'atteindre ainsi un taux d'emploi de 75% et les mêmes 3% du PIB alloués au budget de la R&D. Malgré tous les efforts mis en place par la Commission, ces objectifs sont d'ores et déjà critiqués en raison de la dégradation du climat économique et budgétaire de l'UE depuis 2010. En effet, en raison de la crise budgétaire et économique que l'UE a traversée, et qui touche toujours certains Etats membres, on peut légitimement douter de la réalisation de ces engagements.

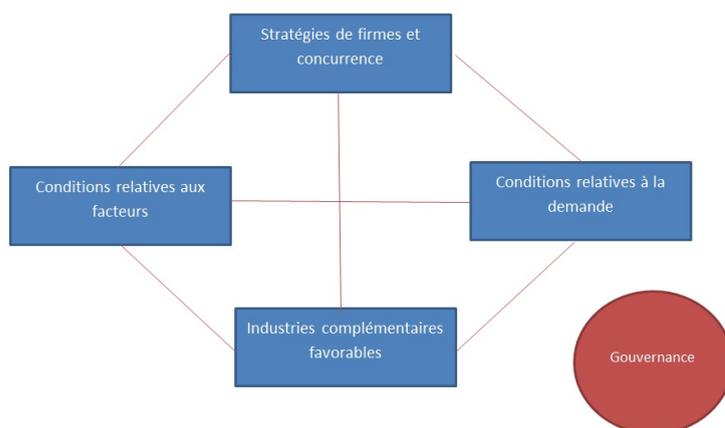
Le second chapitre de notre travail de thèse se fixe dès lors l'objectif de présenter la politique d'innovation, avec un regard tout particulier sur son application en France au travers notamment de la politique des *pôles de compétitivité*. Cette présentation nous permet ainsi d'illustrer et d'évaluer certains des instruments d'intervention étatique développés dans le chapitre précédent : coopération inter-firmes et collaboration public-privé ainsi que financement public de la recherche, qu'elle émane des secteurs public ou privé. Qui plus est, ce second chapitre nous permettra par conséquent de mettre en application les conclusions tirés de nos travaux théoriques (cf Partie II). Pour ce faire, nous présentons dans une première section le cadre général de la politique des *clusters* (section 1) avant de détailler plus particulièrement son application en France (section 2). Nous poursuivons notre développement par la présentation du dispositif financier qui accompagne cette politique d'innovation (section 3 et 4). Enfin, nous dressons un bilan de cette politique d'innovation lancée en France depuis 2004 (section 5).

2.1 La politique des *clusters*

2.1.1 La théorie Porterienne et ses implications

Concentrons-nous dès lors sur l'étude de ces politiques industrielles, plus particulièrement, la politique de soutien à l'innovation par le biais des *clusters*. Porter (1990), un des tous premiers économistes à s'intéresser à ces groupes d'entreprises et à populariser le terme de *cluster*, les définit comme "un groupe d'entreprises et d'institutions associées dans un champ particulier, géographiquement proches et liées par des attributs communs et des complémentarités". Ces entreprises peuvent tout à la fois être en compétition, complémentaires ou bien interdépendantes. Reformulée autrement, sa définition met clairement l'accent sur les bénéfices liés à la concentration géographique d'entités basées sur un même segment d'activités, de recherche. De plus, Porter insiste sur la taille de ces clusters, ces derniers devant en effet selon lui dépasser une "masse critique" afin d'être efficaces. Il ajoute que les entreprises étant toutes concernées par un besoin commun de talents, de technologies et d'infrastructures, leur participation à un cluster peut alors leur permettre de satisfaire ces besoins. Enfin, Porter imagine également la formalisation d'un cluster comme un système centré sur des firmes, commercialisant en dehors du territoire d'ancrage (local, régional ou bien national), par conséquent moteur de croissance pour l'économie locale et nationale, tout en permettant aux entreprises membres de s'adapter aux évolutions économiques.

Le « Diamant » de Michael Porter



A partir de sa modélisation du "diamant de la compétitivité", ci-dessus, Michael

Porter détermine, dès les années 80, les déterminants de ce qu'il nomme les "sources d'avantage concurrentiel localisé". Ce dernier suppose que l'avantage d'un territoire, d'un cluster, dépend de quatre conditions interdépendantes. Le premier item, celui des *facteurs locaux*, correspond ainsi aux caractéristiques spécifiques sur des facteurs de production qui profitent favorablement aux entreprises locales dans le processus de compétition mondiale. Ces facteurs de production s'illustrent principalement par les infrastructures et le véritable vivier de main d'oeuvre spécialisée et d'autres critères poussant à l'innovation. La seconde condition, *la demande locale*, apparaît également comme une source d'avantage concurrentiel à l'international. En effet, le niveau de la demande locale, ses exigences, les spécificités des consommateurs locaux peuvent dans un premier temps inciter à l'innovation et par ce biais, favoriser la compétitivité. Concernant les *industries complémentaires favorables*, cet item se compose des fournisseurs de rang international, qui forment un environnement de qualité pour les firmes existantes et qui favorisent la création de nouvelles entreprises innovantes. Enfin, le quatrième et dernier item, *la concurrence entre les entreprises*, se caractérise par l'"émulation locale". Il s'agit ici de l'intensité de la concurrence sur le marché domestique, qui stimule la recherche de l'excellence, l'esprit compétiteur, variables propices à la réussite sur le plan international.

Dans sa modélisation, Porter tient aussi compte de l'effet de la gouvernance. Il explique effectivement qu'une gouvernance multi-acteurs appropriée peut soutenir, et même favoriser, le développement d'un cluster en formation. Il précise pour cela, que le rôle des gouvernants doit être de favoriser chaque partie du diamant et de renforcer leurs interactions en suivant une logique pré-établie. Etant les unes les autres interdépendantes, le renforcement d'un lien ou d'une partie permet le renforcement de l'ensemble, précision faite que les interactions sont plus fortes dans le cas d'une concentration des activités. Selon Porter, la clé du succès des clusters réside donc principalement dans le développement d'interactions volontaires entre acteurs en vue d'un meilleur partage d'informations et de connaissances entre eux (Bocquet and Mothe, 2009). Pour résumer, le principal résultat du cadre d'analyse de M. Porter demeure que les clusters améliorent la compétitivité du territoire d'ancrage de telle façon que l'utilisation des politiques de renforcement et de développement de ces derniers est de fait justifiée.

Bien qu'ayant largement influencée les politiques publiques de nombreux pays et de nombreuses institutions, l'approche Porterienne a fait l'objet de nombreuses critiques venant fragiliser sa capacité à expliquer la performance des membres des clusters. Tout d'abord, Martin and Sunley (2003) dénoncent le manque de clarté du

concept présenté et le flou des frontières des clusters Porteriens. Ils insistent également sur les déséconomies d'agglomération (congestion, coût du foncier, pollution, etc.) dont peuvent parfois souffrir les membres d'un cluster et qui sont occultés chez Porter alors même qu'elles peuvent venir gréver la performance du cluster.

D'autres auteurs ont analysé la nature des collaborations au sein des clusters, et leurs contributions ne soutiennent que partiellement les positions de Porter. Dans une étude du district des industries textiles du *Baden Wurtemberg*, [Staber \(2001\)](#) a observé que les collaborations se produisent principalement entre des entreprises ayant des activités complémentaires. Il établit ainsi que la probabilité de succès d'un cluster est positivement influencée par la variété et la complémentarité des activités des firmes membres précisément du fait qu'elles contribuent à réduire la pression concurrentielle locale. Enfin, en considérant principalement les relations de collaboration formelles, l'approche de Porter éprouve également des difficultés à rendre compte de la circulation des connaissances tacites puisque les modalités de transferts ne peuvent être spécifiées, a priori, en raison de la nature spécifique de ces dernières.

Une seconde formulation, généralement plus utilisée par les économistes, définit cette fois-ci un cluster comme "une concentration, partielle ou totale, d'entreprises, dans une région spécifique, qui tirent avantage de la présence les unes des autres". Cette seconde définition, proposée par [Belleflamme et al. \(2000\)](#), met ici plus particulièrement l'accent sur la collaboration des membres du pôle et les effets de *spillovers*, argument théorique de l'existence des clusters (cf Chapitre 1). De nombreux auteurs, ([Jaffe, 1989](#); [Jaffe et al., 1993](#); [Audretsch and Feldman, 2004](#)), ont en effet établi que la localisation des externalités de connaissances constitue le principal déterminant de la localisation des activités innovantes. Etant admis, dans la littérature concernée, que les clusters permettent de faciliter l'acquisition et le transfert de connaissances tacites dans les industries dites innovantes ([Audretsch and Feldman, 1996](#)), ainsi que le développement de la capacité d'absorption des connaissances ([Cohen and Levinthal, 1990](#)), on peut par conséquent conclure que la mise en place des clusters est à même de renforcer cette circulation des connaissances entre les firmes localisées sur un territoire donné.

C'est pourquoi de nombreuses expériences anciennes et reconnues, dont on peut citer les exemples de la *Silicon Valley* et de la *route 128* aux Etats Unis, ou bien de *Sofia Antipolis* en France, ont été suivies dans le monde entier. En effet, l'ensemble des grandes économies se sont lancées dans une compétition pour soutenir et développer ce principe de cluster avec des variantes propres à chaque pays. Le

Canada parle ainsi de grappes ou de créneaux, la France quant à elle a développé le concept qui lui est propre de *pôles de compétitivité*, l'Allemagne de *Kompetenznetze* et le Japon de *Keireitzu*, pour ne citer qu'eux.

Néanmoins, derrière ces différentes appellations, l'objectif central de toutes ces variantes de cluster reste la création des avantages concurrentiels. Selon les cas, l'émergence de ces réseaux peut être spontanée ou bien impulsée par les pouvoirs publics en particulier. De même, l'accueil en son sein d'acteurs académiques ou scientifiques n'est pas une caractéristique pour l'ensemble des clusters (les districts industriels italiens). Cependant, il nous faut nuancer la possibilité de succès anticipé d'une politique de suivi de la réussite de la Silicon Valley. Pour cela, rappelons que l'un des pères de cette réussite, le vice-président de l'université de Stanford de l'époque, Frederik Terman, a été incapable, sur sollicitation des laboratoires BELL, de renouveler cette *success-story* sur le territoire pourtant propice du New-Jersey (Leslie and Kargon, 1996).

2.1.2 Un tour d'horizon des clusters chez nos homologues occidentaux

De fait, l'ensemble des économies occidentales ont décidé de mettre en oeuvre des politiques de cluster. Au delà de quelques différences sur les approches, toutes ces tentatives ont suivi la logique Porterienne des clusters, la mise en réseau de ces organisations co-localisées et impliquées dans un même segment technologique favorise l'innovation et la compétitivité du territoire dans son ensemble. L'intervention publique se justifie ainsi concernant l'intensification des externalités de connaissance afin de dynamiser la production d'innovation par des effets de synergie qui ne pourraient exister dans un contexte d'isolement des organisations. Les formes et les objectifs de ces regroupements sont toutefois variables. Effectivement, lorsque certains visent à doter les territoires d'une spécialisation industrielle afin de pouvoir tirer avantage des synergies sectorielles, d'autres se fixent l'objectif d'agglomérer les activités de recherche afin de favoriser la production scientifique et ses retombées économiques vers l'industrie. De multiples dénominations sont dès lors associées à la diversité de ces politiques, allant des clusters aux parcs scientifiques ou universitaires tout en passant par les parcs technologiques, ou technopôles, qui pour leur part combinent généralement les deux types d'agglomération (industriel et scientifique).

En France et en Allemagne, les politiques de clusters sont conçues à un niveau national tandis qu'en Autriche et en Belgique, elles le sont à un niveau régional.

Effectivement, au milieu des années 90, l'Allemagne se lance dans une politique industrielle reprenant les fondements de la notion des clusters. Notamment, en organisant dès 1996 un processus de sélection nationale, appelée *BioRegio*, destiné à soutenir des clusters en pointe dans le segment des biotechnologies. L'objectif affiché était claire, devenir le leader européen dans ce domaine en stimulant la croissance des entreprises. Pour autant, à la différence de la France, le gouvernement fédéral allemand n'a eu comme rôle que celui de catalyseur des actions en faveur des clusters, laissant la partie pilotage de cette politique et tout ce qu'elle apporte, à la discrétion des *Länders* concernés.

Comme pour ses homologues européens, en Basse Autriche, les objectifs majeurs de la politique des clusters étaient de stimuler la compétitivité des PME locales et de les accompagner dans la conquête de nouveaux marchés. En revanche, la gouvernance de ces politiques de clusters incombait aux régions, ce qui s'oppose à la vision centralisée des Pôles français. De même, bien que des financements publics accompagnent cette politique Autrichienne, destinés principalement à encourager la structuration des clusters et à développer les services proposés aux entreprises, ces fonds publics n'ont pas pour vocation le financement de projets de recherche, qui continuent à émerger à partir des sources traditionnelles de financements.

Comme en Autriche, la gouvernance des politiques belges de cluster est régionale. Initiée en 2000 à l'initiative du gouvernement régional Wallon, l'objectif était là encore d'encourager la naissance de réseaux d'entreprises. Dans cette optique, quatre clusters expérimentaux furent mis en place entre 2001 et 2006. Si les financements étaient effectivement initialement publics, avec l'objectif de soutenir l'émergence de ces regroupements en prenant en charge les frais de fonctionnement au début du processus, le budget garanti aux clusters était progressivement réduit, les rapprochant de la logique des districts industriels italiens.

En Italie, la vision est là encore décentralisée avec un pilotage au niveau régional. C'est par exemple le cas de la région du Piémont, engagée depuis 2005 dans l'appropriation des nouvelles opportunités offertes par la décentralisation, transférant en particulier les compétences en matière d'innovation aux régions. Le gouvernement piémontais a ainsi créé un département sur les politiques de recherche et d'innovation et a adopté une loi cadre pour mettre en place un *système régional de l'innovation*. C'est dans ce cadre que les politiques de soutien aux clusters s'appliquent, avec trois types d'intervention : les mesures consacrées aux plateformes technologiques, aux districts industriels, et aux pôles d'innovation créés en 2009.

Enfin, concernant l'exemple espagnol, les communautés autonomes bénéficiant de compétences importantes en matière de politiques industrielle, commerciale et d'innovation, c'est tout naturellement que les politiques de clusters ont d'abord et principalement été mises en place par les gouvernements régionaux. À cet égard, le Pays Basque fait figure de pionnier, la région étant l'une des premières au monde à mener une telle politique à partir des principes de la théorie Porterienne, aboutissant à de véritables succès industriels.

En résumé, l'ensemble des grandes économies industrialisées se sont lancées dans la politique des clusters, reprenant chacune en partie les recommandations de la théorie Porterienne tout en l'adaptant à son modèle économique et politique. On constate ainsi que l'intervention publique, si elle est majoritairement présente dans les exemples européens, n'est pas uniforme. Certains pays choisissant une intervention globale, autant dans l'impulsion initiale que dans l'accompagnement et la gouvernance de la politique des clusters, avec des visions plus ou moins centralisées, tandis que d'autres se limitent à la simple impulsion politique nécessaire au lancement de cette politique. Une distinction chronologique apparaît néanmoins entre ces différents exemples européens. En effet, les différentes politiques des clusters ne disposent pas toutes de la même maturité³¹. Malgré tout, la relative jeunesse de certaines expériences n'est en rien un frein à leur réussite. Souvent ces clusters sont pour beaucoup d'entre eux les héritiers d'autres formes d'agrégation antérieures (elles-mêmes nées d'initiatives privées ou à partir d'autres impulsions politiques), parfois profondément remodelées, mais qui ont permis à ces nouveaux clusters de s'appuyer sur une visibilité, un réseau et une confiance mutuelle entre les différents acteurs publics et privés.

2.1.3 L'expérience Française : un concept plus ambitieux ?

Au début des années 2000, la France, dans un climat mondial de plus en plus concurrentiel, ne pouvait que constater son échec concernant l'amélioration de sa situation économique. En partant du rapport de 2004 portant le nom du député Christian Blanc, les gouvernants de l'époque eurent une réelle prise de conscience quant au besoin de relancer la compétitivité du pays. Cette prise de conscience s'est traduite dans les faits par une réflexion gouvernementale sur les moyens d'améliorer

31. Les politiques italiennes s'appuient ainsi sur l'héritage des districts italiens, clusters nés en dehors des sphères institutionnelles, que l'État n'a reconnu par la loi qu'en 1991 tandis que la politique des Pôles de Compétitivité en France lancée en 2005 a été lancée après l'expérience des *SPL*, présentée ci-dessous.

la compétitivité et l'innovation (Darmon and Jacquet, 2005). Ce processus a, après plusieurs étapes, mené à la création des Pôles de compétitivité. Le 28 novembre 2004, la circulaire gouvernementale officialisant et entérinant les principes des pôles, est publiée au Journal Officiel. Cette officialisation marque le point de départ du processus de construction des pôles de compétitivité, complétés depuis 2010 par les *sociétés d'accélération du transfert de technologies*³² régionales (SATT) et depuis mi-2012, les *instituts de recherche technologique*³³ (IRT), sans oublier les centaines de pépinières, comités de filières, subventionnés localement ou au niveau national.

Du point de vue du gouvernement français, un pôle de compétitivité "rassemble sur un territoire bien identifié et sur une thématique ciblée, des entreprises de tailles différentes, des laboratoires de recherche et des établissements de formation". Il est précisé que les pouvoirs publics, qu'ils soient nationaux ou locaux, sont étroitement associés à cette dynamique. Ils peuvent agir à différentes échelles allant de la décision initiale de création du pôle, en passant par les aides et subventions diverses, une politique foncière adéquate, jusqu'au financement des infrastructures desservant ce dernier. Au travers des mécanismes de soutien à l'innovation, cette nouvelle politique industrielle permet de stimuler plusieurs indicateurs clés de l'activité économique, tout en agissant comme un frein à la délocalisation. En particulier, en favorisant l'innovation, la politique des pôles de compétitivité permettrait d'agir tout à la fois sur la croissance économique, l'emploi, la compétitivité et l'attractivité grâce au développement d'activités innovantes.

Néanmoins, il est précisé que le pôle doit pour cela respecter quelques critères de base qui renvoient directement à l'analyse de Porter. En premier lieu, il doit bénéficier d'un ancrage territorial bien défini et se baser sur un segment d'activité en adéquation avec les caractéristiques industrielles du territoire. De plus, il doit reposer sur un tissu d'infrastructures existantes fort afin de rendre possible le développement du pôle en répondant aux besoins des membres. Enfin, le territoire doit disposer des ressources humaines nécessaires à l'activité de recherche³⁴.

32. Les SATT ont pour vocation de maximiser l'impact socio-économique des résultats de la recherche académique en simplifiant, accélérant et facilitant le transfert de technologies et de connaissances du secteur de la recherche publique vers les entreprises de toutes tailles. Disposant d'un fond de maturation unique en France, les SATT protègent ces inventions, financent et accompagnent des projets d'innovation issus de ces inventions jusqu'à leur adoption par les entreprises en portant le risque technologique et financier inhérent à ces projets.

33. Dans le cadre du PIA, les autorités françaises ont lancé un appel à projet, doté d'un budget 2 milliards d'euros, pour la création d'instituts réunissant recherche publique et recherche privée. L'objectif affiché étant le renforcement de la compétitivité par la recherche industrielle dans des filières technologiques stratégiques et la structuration d'écosystèmes puissants autour des meilleurs pôles de compétitivité.

34. Selon le rapport public du Parlement Européen sur une politique industrielle à l'ère de la

Une fois la définition des pôles apportée, nous pouvons nous interroger quant à l'ambition relative de ces pôles de compétitivité comparativement aux exemples de clusters développés à l'étranger. Bien que le modèle des pôles de compétitivité se base sur le concept des clusters (Lachmann, 2010)³⁵, nous pouvons relever deux différences principales. Tout d'abord, le degré d'intervention publique diffère selon les cas, avec un interventionnisme public plus élevé dans le modèle français (Retour, 2008; Tixier and Gonçalves, 2008). En effet, la création d'un pôle est exclusivement du ressort des décideurs publics en cela que le label "pôle de compétitivité" est uniquement décerné par l'Etat et ses représentants. De plus, l'Etat et ses partenaires occupent, comme nous le verrons par la suite, un rôle majeur tant dans le financement des projets et des pôles eux-mêmes, que dans leur gouvernance.

Aussi, du point de vue de l'objet même des clusters, la politique des pôles diffère de ses homologues anglo-saxons. Alors que ces derniers se contentent par définition de rassembler sur un territoire donné des entreprises ainsi que des centres de recherche et de formations afin de profiter au maximum des diverses synergies locales et externalités spatiales, les pôles de compétitivité ajoutent comme objectif principal la mise en place de projets de R&D entre ses membres. Pour rappel, selon la *Délégation interministérielle à l'aménagement et à la compétitivité du territoire* (DATAR), un pôle de compétitivité "est une combinaison, sur un espace géographique donné, d'entreprises, de centres de formation et d'unités de recherche publiques ou privées, engagés dans une synergie autour de projets communs au caractère innovant. Ce partenariat s'organise autour d'un marché et d'un domaine technologique et scientifique qui lui est attaché, et doit rechercher une masse critique pour atteindre une compétitivité et une visibilité internationale". Ainsi, un pôle de compétitivité a pour mission de sélectionner et coordonner des projets ambitieux de R&D coopératifs au sein d'équipes regroupant obligatoirement des entreprises, des laboratoires publics et des centres de formation. Les pôles se posent ainsi plus en amont de la filière d'innovation, avec une mainmise des décideurs publics sur le choix des projets d'avenir.

Gaffard (2006) ajoute pour sa part que le changement induit par les pôles concerne le rapport à l'innovation. Il ne s'agirait plus simplement de favoriser "les rendements croissants associés à la spécialisation locale" mais de favoriser la production "de manière récurrente de produits nouveaux". C'est un changement de nature de l'innovation qui se trouve ainsi accélérée, plus qu'un simple moyen de faire évo-

mondialisation.

35. Lachmann démontre comment les autorités françaises ont utilisé les modèles des districts industriels italiens et les clusters anglosaxons afin de nommer et développer leur modèle de pôle de compétitivité.

luer produits et procédés, elle devient aujourd’hui une variable stratégique pour les entreprises. Cependant, cette conceptualisation fait là encore l’objet de plusieurs critiques faisant principalement écho à l’efficacité d’un Etat stratège choisissant un projet plutôt qu’un autre, en lieu et place des entreprises (Martin and Sunley, 2003).

Afin de mieux résumer les caractéristiques organisationnelles communes ainsi que les divergences, nous pouvons repartir des travaux de Retour (2008) qui déterminent quatre catégories de formes organisationnelles : les districts, les systèmes productifs locaux, les clusters et les pôles de compétitivité. Tout d’abord, les *Districts Industriels* regroupent uniquement des entreprises et ne sont pas nécessairement labellisés par les pouvoirs publics. Leur conceptualisation remonte à Marshall (1920) et insiste particulièrement sur le territoire au sein duquel existe une forte proximité relationnelle. Il est précisé qu’au sein de ces districts, dont nous pouvons citer l’exemple de ceux du secteur de l’habillement dans le Nord de l’Italie (Vidal, 1990), les entreprises peuvent être complémentaires comme concurrentielles (Mendez, 2005). La littérature italienne sur ces districts industriels (Brusco, 1982; Becattini, 1991; Daumas, 2007; Rolfo and Bonomi, 2014) met ainsi en avant le rôle joué par les dimensions humaine, historique et culturelle. Une condition nécessaire au développement des districts demeure dans la présence d’un contexte institutionnel favorable conjugué à un contexte historique, relationnel et social favorisant la circulation de connaissances entre des PME spécialisées (Rolfo and Bonomi, 2014). Ces connaissances y sont supposées se diffuser à partir de plusieurs canaux divers et variés que ce soit au travers des relations personnelles, des syndicats et associations professionnelles ou de la mobilité de la main d’oeuvre. Les districts performants donnent lieu à une multiplication de relations inscrites dans le long terme et à des comportements coopératifs. Il se développe dès lors entre les acteurs des liens d’interdépendance souvent informels et un climat de confiance favorable à la performance individuelle des acteurs.

Deuxièmement, les *Systèmes Productifs Locaux* (SPL) (Courlet, 2001), rassemblent également exclusivement des entreprises, mais sont, pour leur part, soutenus par les pouvoirs publics dans une perspective de mutualisation des ressources. Ils se caractérisent par une concentration géographique, une spécialisation autour d’un métier et des actions de coopération en particulier dans le domaine de la formation et de développement des savoir-faire, et plus généralement en matière de gestion collective des ressources humaines (Pecqueur, 2005). Quant aux clusters, comme nous l’avons vu précédemment, ils relèvent d’un autre type de configuration où les partenaires sont effectivement des organisations diverses et où leur concentration n’est pas nécessairement labellisée par l’action publique, bien que certains exemples Canadiens

tendent à prouver le contraire³⁶.

36. Bien entendu, nous ne revenons pas sur la différence primordiale quant à l'approche des clusters et pôles qui s'appuie davantage sur l'innovation technologique et scientifique.

Encadré n°1 :

Paris-Saclay est un cluster en cours d'aménagement au sud de Paris, sur une zone couvrant 27 communes des départements de l'Essonne et des Yvelines (Brédif, 2009). Sa construction, démarrée en 2006, doit durer une quinzaine d'années afin de permettre à terme le regroupement d'entre 20 et 25% de la recherche scientifique française. Le projet Paris-Saclay vise à rassembler, en un même lieu, organismes de recherche, universités et entreprises privées afin de créer un pôle d'excellence scientifique et technique de dimension mondiale, dans la lignée de la Silicon Valley ou de la région de Cambridge.

Les premières implantations d'organismes de recherche sont relativement anciennes puisqu'elles remontent à l'après-guerre avec le *Commissariat à l'Energie Atomique*. Le territoire s'est depuis développé à plusieurs reprises, principalement sur les années 1970 et 2000, qui ont vu l'installation de grandes écoles et de centres de R&D de grandes entreprises. On peut d'ailleurs citer quelques groupes historiques tels Peugeot-Citroën avec son centre technique de Vélizy (1966), GE Medical Systems à Buc, Nokia à Nozay ou Sanofi à Chilly-Mazarin et plus tardivement le Technocentre Renault de Guyancourt, inauguré en 1998 qui représente aujourd'hui le plus grand centre R&D de France avec 9 438 salariés. Par la suite, plusieurs projets ont été lancés pour poursuivre le développement du site : la construction de trois zones, deux sur le territoire de la Communauté d'agglomération Paris-Saclay, autour de l'École Polytechnique et de Supélec, et une à Versailles-Satory. Deux réseaux thématiques de recherche avancée s'implantent aussi dans le cluster, avec la création de Digiteo et du Triangle de la physique en 2006. Afin de réduire les risques de congestions, ce projet s'inscrit dans le projet du *Grand Paris*, avec la construction de la ligne 18 du métro de Paris. Dans la même optique, plusieurs grandes écoles, dont l'École Centrale, AgroParisTech, l'ENS Paris-Saclay, Télécom ParisTech et l'École Supérieure des Techniques aéronautiques et de Construction Automobile, doivent venir agrandir le campus en déménageant sur le plateau de Saclay.

Le projet Paris-Saclay représente ainsi un ensemble titanesque avec plus de 1300000 m² de locaux d'enseignement, de bureaux, de logements à construire d'ici 2020 sur un territoire de 7 700 hectares. L'*établissement public Paris-Saclay* (EPPS) est finalement créé en 2010 et devient l'établissement public d'aménagement Paris-Saclay en 2015 afin de contrôler les opérations d'aménagement et participer activement au développement économique du cluster.

2.2 La mise en place des pôles de compétitivité

Après avoir présenté le cadre global de la politique des *clusters*, ses diverses variantes au niveau international ainsi que la spécificité de son application par les décideurs publics en France, nous allons pouvoir mettre l'accent sur la politique française des pôles de compétitivité.

2.2.1 La genèse politique

La France a ainsi lancé en 2004 sa *Nouvelle Politique Industrielle* (NPI), associant ainsi tout à la fois les organisations particulières labellisées pôle de compétitivité, d'autres labellisées "grappes d'entreprises", des SPL et des "clusters régionaux" qui ne dépendent pas de l'Etat mais, comme leur nom l'indique, du pouvoir de chaque région. L'ensemble de ces clusters régionaux français ne cesse de croître. Ce sont près de 30 000 entreprises et 800000 emplois qui sont concernés par les actions de ce "réseau des réseaux"³⁷. Selon le groupe France Cluster, les clusters sont des réseaux d'entreprises constitués majoritairement de PME et de TPE, fortement ancrées localement, souvent sur un même créneau de production. L'intérêt premier de participer à un pôle de compétitivité est ainsi d'augmenter son chiffre d'affaire et l'efficacité économique de son entreprise afin, ensuite, de détecter dans son environnement les facteurs favorisant sa croissance.

C'est pourquoi, afin de soutenir l'activité économique, il est apparu primordial de mieux coordonner le territoire, la recherche et l'industrie. Dans cette optique, dans la continuité de l'ancienne politique des systèmes productifs locaux lancée à la fin des années 90, le gouvernement français a décidé la création des pôles de compétitivité *à la française*. Sur le modèle des clusters, cette politique a l'intérêt de rapprocher les différents acteurs qu'ils soient institutionnels, industriels, scientifiques ou de la formation, pour une efficacité innovatrice accrue.

Le gouvernement consacre ainsi l'innovation comme vecteur de la croissance et lui confère trois objectifs. Le premier, favoriser l'innovation par la mise en réseau, le développement de synergies et collaborations entre ses membres. Le second, accompagner et soutenir le développement et le maintien d'activités innovantes, sources d'emplois et de croissance, sur le territoire d'ancrage. Le dernier, par le biais d'un

37. Site France Clusters

rayonnement international accru, améliorer l'attractivité de ces mêmes territoires et la compétitivité de l'industrie française.

Le comité de pilotage de cette politique définit deux grands types de pôles, les pôles à dominante technologique et ceux à dominante industrielle. Les premiers sont caractérisés par l'importance des travaux de recherche et l'intensité des interactions entre centres de recherche et entreprises travaillant au développement d'un domaine technologique en particulier. Quant aux seconds, ils se caractérisent par une concentration d'entreprises ayant des activités de R&D plus appliquées et plus proches du marché ciblé. On comprend aisément que l'objectif des premiers correspond plus à la recherche et ses applications industrielles de pointe, tandis que les seconds sont plus tournés vers la commercialisation de biens innovants.

Ayant pour vocation le soutien à l'innovation, les pôles dans leur ensemble participent au développement de projets collaboratifs de R&D particulièrement innovants. Ils accompagnent également le développement et la croissance des entreprises membres tout au long du processus d'innovation jusqu'à sa finalité, l'introduction de la découverte sur le marché. Il permet ainsi à ses entreprises membres de prendre une position de leader sur leurs marchés qu'ils soient français et/ou à l'international, remplissant par la même occasion les objectifs de croissance et d'emplois.

Comme expliqué précédemment, un pôle repose par définition sur un ancrage territorial important, tout en ayant accès aux infrastructures existantes. Dès lors, il semble dans l'intérêt des pouvoirs publics de conduire simultanément et localement une politique foncière et urbaine efficace et attractive. En effet, le potentiel de développement du pôle de compétitivité, mais aussi de ses membres, reste positivement affecté par l'existence et l'extension en cohérence de ses besoins, du tissu industriel et des capacités des établissements de l'enseignement supérieur et de la recherche. Le lien entre le pôle de compétitivité et le territoire est par conséquent des plus importants non seulement dans le sens où les pôles participent au dynamisme économique et industrielle du territoire mais aussi car inversement les décideurs locaux ont un pouvoir de levier non négligeable pour la réussite des pôles par le biais des politiques publiques d'enseignement, de formation et de gestion du foncier.

2.2.2 Le lancement

Concernant l'émergence de ces pôles de compétitivité, le ministère de l'Economie fournit de précieuses informations. Dans l'objectif préalable d'obtenir le label

pôle de compétitivité, le projet de pôle doit réunir plusieurs conditions, regroupés dans le cahier des charges de 2004, date de l'appel à projets³⁸. On peut y retenir quatre critères principaux définis comme suit selon la direction interministérielle de l'époque, DIACT, à savoir "la mise en oeuvre d'une stratégie commune de développement économique cohérente avec la stratégie globale du territoire ; des partenariats approfondis entre acteurs autour de projets ; la concentration sur des technologies destinées à des marchés à haut potentiel de croissance et une masse critique suffisante pour acquérir et développer une visibilité internationale".

Après constitution et dépôt du dossier d'appel à projet auprès du *Comité Interministérielle d'Aménagement et de Développement du Territoire* (CIADT), une analyse est logiquement nécessaire afin de rendre un avis sur le projet et ainsi éclairer son choix. Une triple expertise est ainsi demandée, dans un premier temps avec une étude réalisée à l'échelle régional par les services du Préfet de région. Mais aussi au niveau de l'Etat, représenté par un groupe de travail qui rassemblent les différents ministères concernés. Pour finir, une dernière étude du dossier est réalisée par les acteurs directement concernés par cette politique, représentés par un troisième groupe indépendant de personnalités qualifiées venues du monde des affaires mais aussi de la recherche et de l'enseignement supérieur. Une fois ces avis retournés au comité, ce dernier prend sa décision finale concernant la labellisation du pôle.

Avec 105 projets déposés en 2005, contre une projection initiale d'une dizaine de labels disponibles, le gouvernement se trouvait face à un choix politique cornélien. En conséquence de quoi, lors du premier CIADT, le 12 juillet 2005, 66 projets se sont vus accorder le label pôle de compétitivité, suivis par 5 nouvelles labellisations et fusions lors du comité du 5 juillet 2007 et finalement par 6 dernières, lors du comité en date du 11 mai 2011, ouvrant sur le nouveau domaine des technologies vertes. Afin de dégager un critère d'efficacité, le comité a alors envisagé l'attribution d'une note à ces différents pôles. Ainsi, en augmentant le nombre de pôles labellisés, l'Etat a pu satisfaire cette demande locale d'intervention publique tout en le conciliant au maximum à son objectif initial d'efficacité.

C'est avec cette conclusion que le gouvernement décide d'attribuer un critère d'efficacité, désignant trois catégories d'importance du pôle à l'international. Cette décision s'est retranscrite dans les faits comme suit, parmi les 71 pôles français reconnus par l'Etat en 2010, en utilisant la méthodologie de distinction du ministère de l'Economie, on dénombrait seulement 7 pôles *mondiaux*, caractérisant des leaders

38. Voir le dossier d'appel à projet de la politique des Pôles de compétitivité de 2005

dans leur domaine, ainsi que 11 pôles *à vocation mondiale*, qualifiant ceux amenés à se hisser dans la catégorie précédente et 53 dits *nationaux*³⁹. Dans la même optique, depuis 2011, à partir d'une évaluation à l'échelle européenne, basée sur 31 indicateurs, les pôles peuvent obtenir des labels de qualité de la part de la commission européenne, allant du bronze à l'or.

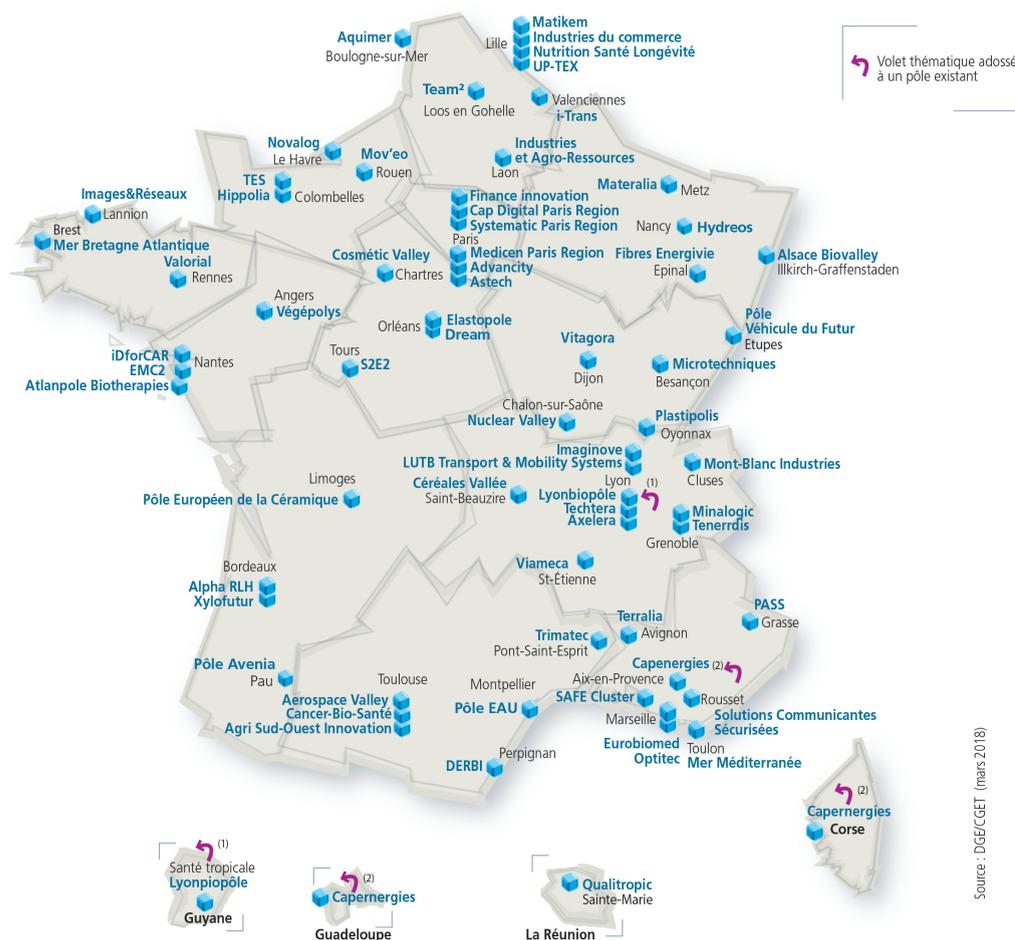
39. dossier pôle de compétitivité INSEE p64



7 UH'XYg'd' `Yg'XY'Wta dfHjJ Jf

(Mars 2018)

Pour en savoir plus sur les pôles de compétitivité : www.competitivite.gouv.fr



Les pôles de compétitivité se situent comme nous l'avons déjà précisé au coeur d'une politique de compétitivité et d'excellence et ont pour raison d'être principale l'émergence à terme de nouvelles activités à fort potentiel stratégique pour l'économie française et également à forte visibilité internationale. Les pôles mondiaux réunissent dès l'origine toutes les conditions pour répondre à cet objectif. En effet, sur un territoire relativement restreint, ces derniers disposent tout à la fois des

entreprises, des unités de recherche et des centres de formation nécessaires au développement de leurs projets initialement fixés. Ces acteurs travaillent en collaboration de façon à dépasser une taille critique indispensable à l'innovation et la visibilité internationale. Ce sont les pôles qu'il convient en priorité de soutenir en leur allouant les moyens financiers, techniques ou humains, suffisants afin de leur permettre de conforter leur position et au-delà même envisager de nouvelles perspectives de développement. Reste tout de même à la charge de ces derniers, de nouer des partenariats privilégiés à l'internationale.

Concernant les pôles à vocation mondiale, ces derniers disposent des acteurs nécessaires, leurs activités sont stratégiques, les partenariats existent, mais ils n'ont pas encore atteint la taille suffisante et doivent donc être renforcés pour que la masse critique nécessaire soit dépassée. Dit autrement, ce sont des pôles mondiaux en devenir, qu'il convient d'accompagner dans leur développement vers la catégorie supérieure.

Enfin, les pôles nationaux sont davantage des clusters locaux dont l'objectif principal est le développement du territoire d'attache et un ancrage afin de soutenir le tissu économique local. Pour autant, en tant que pôles, leur vocation finale reste la compétitivité internationale. Cependant, la faible disponibilité des moyens, fléchés par ailleurs vers les deux précédentes catégories, leur offre peu de possibilités d'y parvenir en atteignant la masse nécessaire. Toutefois, la possibilité de se rapprocher d'autres pôles leur est offerte afin d'atteindre collectivement la masse critique et également intégrer, lorsque cela est possible, un système construit autour d'un pôle leader avec l'expérience et les partenariats nécessaires, qui en constituerait le cœur. Ainsi le soutien aux pôles nationaux passe plus certainement par des actions destinées à accompagner cette mise en système.

Par conséquent, ces différents labels de qualité permettent de différencier les pôles vis-à-vis des partenaires étrangers et ainsi favoriser leur promotion à l'internationale, mais aussi de faciliter l'accès à certains programmes spécifiques. Ces labels de qualité représentent enfin un signal important concernant les sources potentielles de financement. A titre d'exemple, selon un rapport du Sénat en 2007⁴⁰ donnant les intentions de financements du *fond unique interministériel* (FUI), les 7 pôles mondiaux retiennent à eux seuls 50% des intentions de financements, les 11 suivants 23% et la grande majorité ne se partagent donc que 27% de ces intentions de financements de la part du FUI. Il en découle ainsi dès la genèse de cette politique,

40. Voir le site concerné : <https://www.senat.fr/rap/r09-040/r09-0402.html>

une concentration des financements publics sur quelques pôles et sur quelques projets aptes à conforter les acteurs les plus performants dans la compétition mondiale. Pour preuve, selon l'ANR en 2006, 80% de ses financements sont allés à 20 pôles et 40% aux trois principaux.

D'après les *tableaux de bord des pôles*, de l'INSEE, les inégalités de distributions de ressources sont toujours d'actualité en 2017. Il s'agit là d'un véritable souci posé dès la création des pôles. En effet, dans une logique d'efficacité économique, l'intuition initiale était de limiter le nombre de pôle afin de mieux cibler les efforts tant financiers que logistiques et humains. De plus, un nombre réduit de pôles aurait eu l'avantage d'apporter une visibilité internationale indéniable pour ceux labellisés. Toutefois, en raison de la logique d'équité territoriale, objectif des politiques économiques des cinquante dernières années, mais aussi à cause d'un "saupoudrage" de l'action publique certainement à visée électorale, il en résulte un nombre trop important de labellisations tant au niveau territorial qu'au niveau des domaines stratégiques. Il semble en effet peu efficace de soutenir certains segments d'activités avec le risque de disperser inutilement les ressources.

Ce débat entre la nécessité de la visibilité de l'action publique d'un côté, suivant la logique d'équité territoriale, et la visibilité à l'internationale de l'autre, suivant celle de l'efficacité économique, pose la question d'un niveau de labellisation optimale. Ce débat s'illustre parfaitement avec d'un côté les propos du président de l'époque, Jacques Chirac qui déclarait en 2005 que "donner aux territoires les plus dynamiques les moyens d'une ambition européenne et mondiale : telle est la vocation des pôles de compétitivité, qui incarnent aussi une vision nouvelle de l'aménagement du territoire" et ceux de son ministre de l'Intérieur et de l'Aménagement du Territoire de l'autre côté, Nicolas Sarkozy, qui déclarait en 2006 pour sa part ne pas accepter "d'abandonner à leur malheur des territoires et des hommes frappés par le sort alors que très souvent il suffirait de si peu pour les remettre en selle". La preuve en est que le débat était tellement présent, qu'au sein de la même équipe gouvernante les priorités n'étaient pas les mêmes et s'opposaient.

S'agissant plus particulièrement de son fonctionnement, il était initialement prévu lors de la phase 2005-2008 qu'un pôle de compétitivité rassemblerait divers projets collectifs entre ses membres. Ces projets prennent majoritairement la forme de collaborations en R&D. On retrouve néanmoins des projets dits *hors R&D*, catégorie regroupant tout un ensemble d'activités annexes à la R&D tels que les infrastructures TIC, les investissements immobiliers, les politiques de communications vis-à-vis

du territoire d'ancrage mais aussi de l'international etc. Ces programmes collaboratifs, bien qu'en dehors du champ de la R&D, restent nécessaires à l'innovation en cela qu'ils facilitent le développement du pôle et soutiennent la compétitivité du territoire.

En ce qui concerne sa gouvernance, celle-ci intéresse tout particulièrement les théoriciens de l'organisation puisqu'elle remet en cause la théorie dominante sur la gouvernance des organisations productives en système capitaliste. D'une part, il est effectivement compliqué d'établir des droits de propriété sur la rente économique tirée des pôles de compétitivité. Or, il se trouve que cette théorie repose sur une allocation claire de ces droits. D'autre part, les membres d'un pôle ont des intérêts de nature et d'horizon temporel divergents et le consensus peut difficilement être trouvé dans l'obtention d'un profit collectif unique, comme le suppose la théorie dominante de la gouvernance des entreprises. Dès lors, comment envisager la gouvernance de ces acteurs dans un espace commun et dans une perspective de création de valeur commune, sans contrat de subordination et uniquement du fait de leur participation au pôle ? La gouvernance de ces pôles nécessite donc une tout autre théorie que celle apportée par la théorie traditionnelle. Les pôles de compétitivité doivent ainsi s'inspirer de la forme des organisations collaboratives décentralisées dont l'objectif premier demeure la création d'externalités positives qui bénéficient à tous ses membres. De plus, son intérêt se situe ici largement dans la facilité avec laquelle les membres collaborent ensemble et par la même créent de la valeur commune. Ces deux grandes caractéristiques doivent par conséquent se situer au coeur du mode de gouvernance des pôles.

Par ailleurs, comme le montre la littérature sur le discours stratégique ([Maitlis and Lawrence, 2003](#)), les termes utilisés par les promoteurs du pôle pour communiquer sur sa raison d'être et son efficacité, semblent extrêmement décisifs. En connaissance de cause, les autorités ministérielles stipulent que la direction doit être exercée par une entité juridique propre, la forme la plus communément utilisée en étant l'association. Cette entité rassemble donc les structures, formelles ou informelles, permettant d'assurer la qualité et la bonne conduite des partenariats en R&D. Elle doit obligatoirement accorder une représentativité prépondérante de ses membres, qu'ils proviennent de la sphère industrielle, académique ou scientifique. Il est précisé que les collectivités territoriales intéressées peuvent également siéger au sein de ces structures qui, de fait, sont directement financées conjointement par l'État et ces collectivités. En particulier, concernant les relations entre le pôle et les pouvoirs publics, celles-ci sont régies par un contrat cadre, garantissant le bon

fonctionnement de leur collaboration.

Il s'avère ainsi qu'au sein du pôle⁴¹, une équipe permanente est en charge d'accompagner le montage des projets et fédère les équipes. Cette équipe a pour mission l'élaboration et la mise en oeuvre de la stratégie directrice du pôle. Dans cette logique, c'est à elle que revient la coordination, l'évaluation et la sélection des différents projets de recherche. Elle se charge également de la politique de communication du pôle ainsi que de ses relations avec les autres pôles nationaux et leurs homologues étrangers. Naturellement, il est entendu que chaque pôle dispose de la liberté de choisir ex-ante son segment d'activité sur lequel ses projets de recherche seront centrés. Cette stratégie est délimitée, initialement, par chaque pôle pour une durée variable entre 3 et 5 ans, correspondant à une durée d'allocation de crédits, à partir d'un consensus entre tous les membres le constituant. Cette stratégie lui permet de concrétiser des partenariats entre ses différents acteurs et ainsi de voir éclore des projets collaboratifs de R&D, projets permettant une fois constitués de candidater aux différentes sources de financements et aides diverses.

Encadré n°2 :

Le Pôle de compétitivité MOV'EO est une organisation sous le statut d'association type loi 1901, composée de membres de droit et d'adhérents. Les organes de décision de l'association sont l'assemblée générale, composée de l'ensemble des membres du pôle, le conseil d'administration, chargé de diriger le pôle composé des 48 membres élus et du président, et le bureau qui traite des affaires courantes avec 10 membres. Ce pôle qui se situe sur deux régions, Normandie et Ile de France, s'est fixée plusieurs missions. Tout d'abord, générer des projets collaboratifs de R&D, ancrer et développer les activités de recherche sur les deux territoires Normand et Francilien. Mais aussi, accompagner les PME/PMI dans leur démarche d'innovation, renforcer la compétitivité internationale des entreprises et des territoires ainsi que préparer les compétences de demain et répondre aux demandes de ses membres aujourd'hui. Enfin, il s'est aussi donné comme objectifs d'anticiper les tendances, les ruptures et les attentes pour orienter plus finement la R&D et ainsi la pertinence de l'offre et accompagner ses membres dans la mise sur le marché de leurs produits et services.

Source : <http://pole-moveo.org/moveo/organisation/>.

41. Pour un exemple particulier de gouvernance d'un pôle, voir les travaux de Zentelin (2015) sur le cluster *Paris-Saclay*

2.2.3 La poursuite de l'expérience

Préalablement à la reconduction de cette politique pour une seconde période, une expertise⁴² a été commandée par le gouvernement. Conduite par les cabinets *Boston Consulting Group* et *CM International* entre novembre 2007 et juin 2008, l'évaluation de la première phase de la politique des pôles (2005-2008) a rendu un rapport encourageant concernant le lancement de ces pôles de compétitivité. En effet, l'évaluation constatait "une appropriation satisfaisante par les pôles, des outils et modalités de financement mis à leur disposition par les pouvoirs publics et conclue à l'opportunité de maintenir les grands principes de cette politique".

Cette expertise a également rendu une évaluation par pôle, dont le résultat était globalement positif là aussi. Parmi les 71 pôles, 39 ont atteint pleinement leurs objectifs, 19 les ont atteint partiellement et 13 pôles pouvaient tirer parti d'une reconfiguration en profondeur. Dès lors, une vague de "dé-labellisation" a eu lieu, 6 pôles ayant effectivement perdu leur label en 2010. Cette vague est à mettre en parallèle avec celles des 6 nouvelles labellisations autour des *écotechnologies*, attestant d'une nouvelle réflexion sur les objectifs assignés, d'où le chiffre global stable de 71 pôles.

A partir de ces conclusions, cette politique est entrée en 2009 dans sa seconde phase dite "Pôle 2.0", avec un portefeuille de 1,5Mds d'euros. En plus de la poursuite de l'objectif d'accompagnement de la R&D, raison d'être des pôles, cette seconde phase ajoute trois axes. En premier lieu, le renforcement de l'animation et du pilotage stratégique des pôles, par l'utilisation particulière de contrats de performance plus exigeants, basés sur des feuilles de route stratégiques et le renforcement du rôle des partenaires publics. Deuxièmement, améliorer "l'écosystème d'innovation et de croissance" des entreprises membres, par le recours encore plus accru à des financements privés et une meilleure synergie territoriale. Enfin, troisième et dernier axe, développer des programmes structurants en compléments des projets de R&D, notamment avec les *plateformes d'innovation*. Ces dernières regroupent les infrastructures et équipements mutualisés de R&D et d'innovation, destinés à offrir des services ou ressources aux membres des pôles. Ouvertes aux membres, principalement aux entreprises, ces plateformes permettent à la communauté d'utilisateurs d'effectuer des travaux de R&D en communs, des tests, des mises en production de préséries voire peuvent servir de laboratoires mutualisés. A titre d'exemple, 105 millions d'euros, ont été alloués sur la période 2009-2012 afin de développer ces plateformes.

42. Le rapport d'évaluation est consultable en ligne sur le site du Ministère de l'Economie.

Encadré n°3 :

D'un point de vue théorique, il est reconnu que l'activité de R&D nécessite souvent de lourds investissements pour les expérimentations, par exemple des salles blanches ou des nanotechnologies. Ces plateformes technologiques sont un parfait exemple d'indivisibilité en Europe. Elles regroupent des infrastructures et équipements mutualisés de R&D et d'innovations, destinés à offrir des services ou ressources tels des prestations ou des locations d'équipements. Elles sont ainsi disponibles pour les acteurs membres des clusters d'innovation et en particulier aux moyennes et petites entreprises, leur permettant d'effectuer des travaux de R&D collaboratifs, des tests, des mises en production de pré-séries etc. Ces structures profitent ainsi plus particulièrement aux petites entreprises innovantes qui se caractérisent par de faibles ressources propres.

Exemple illustratif en Normandie, le Groupement d'Intérêt Public Innovation & Transfert de Technologie depuis mars 2005, la Plateforme Technologique d'Evreux labellisée depuis juillet 2010 a été créée en 2001 afin de répondre aux besoins et demandes de l'Industrie Normande en sécurité sanitaire. *Normandie Sécurité Sanitaire* est spécialisée dans la maîtrise de la contamination et l'interlocuteur privilégié des industriels pour les accompagner dans leurs projets d'innovation par le biais de partenariats de recherche, de prestations de R&D et de formations favorisant ainsi le transfert technologique des établissements publics d'enseignement et de formation. Afin de répondre aux problématiques spécifiques des industriels, la plateforme technologique a mis en place et développe un plateau de technologies innovantes de décontamination athermiques telles que la lumière pulsée, l'UV continu, la photocatalyse ou le plasma athermique ainsi qu'un plateau de toxicologie alternative.

L'évaluation de cette seconde phase, confiée au consortium *Bearing Point-Erdyn-Technopolis ITD*, tire des conclusions positives dans l'ensemble. Elles révèlent entre autres, une "dynamique collaborative désormais mature et attractive qui motive la reconduite de la politique des pôles". En effet, le nombre d'entreprises adhérentes est en augmentation et la majorité d'entre elles déclarent avoir amplifié leurs investissements en R&D depuis leur adhésion. Surtout, elles assurent avoir pu maintenir, et même accroître leurs effectifs grâce à leur présence dans ces pôles. Le rapport pointe toutefois les faiblesses de la politique d'internationalisation, relevant le nombre trop important d'objectifs et la faible hiérarchisation entre ces derniers. Faiblesses aussi, concernant l'aide à la commercialisation, trop en retrait vis-à-vis de la politique d'aide aux projets de R&D. De même, malgré la relative appréciation du système de

gouvernance des pôles, ce dernier est jugé encore trop complexe. Enfin, le rapport interpelle quant à la trop grande dépendance des pôles vis-à-vis des financements publics, dit autrement, le rapport d'évaluation pointe également pour cette seconde phase le faible recours aux capitaux privés.

En réponse à ces remarques, le gouvernement a mené une série d'échanges et de concertations avec les différents acteurs de la politique des pôles menant à un projet directeur pour une période de 5 ans. Actuellement dans sa troisième phase budgétaire (2013-2018), le ministère de tutelle précise ainsi qu'en "cohérence avec la décision numéro 10 du *Pacte national pour la croissance, la compétitivité et l'emploi*, l'ambition nouvelle des pôles est de se tourner davantage vers les débouchés économiques et l'emploi".

Après une première phase de "lancement", une seconde qualifiée de "réajustement", l'objet principal de la troisième phase devient la concentration de "l'action des pôles de compétitivité vers les produits et services à industrialiser". Pour ce faire, tout un ensemble de mécanismes a été mis en place afin d'accroître les retombées économiques des pôles. Cela passe notamment par un investissement supplémentaire dans l'accompagnement à la commercialisation de l'idée pour que les efforts de collaborations en R&D puissent se transformer en produits, ou procédés, innovants. Les pôles doivent ainsi se transformer "d'usines à projets", ce qu'ils réussissaient d'après les précédentes évaluations, en "usines à produits d'avenir". Pour preuve de la tenue de cet engagement, bien que depuis la mise en place de cette politique les pôles ont démontré leur compétence dans l'émergence de projets de R&D, ils doivent désormais réussir à concrétiser leurs efforts collaboratifs avec leur valorisation sur les marchés. Les pôles devront d'ailleurs cibler des marchés stratégiques en particulier pour leur potentiel espéré essentiellement avec la mise en place d'un *contrat de performance individualisé*. Grâce à ce dernier, chaque pôle dispose dès lors de la capacité à déterminer, pour la période associée, ses objectifs stratégiques, que ce soit en terme de marchés-cibles visés ou bien de défis technologiques et d'innovations, afin de palier à la faiblesse de vision audacieuse. Cette attente de vision se trouve d'ailleurs être au coeur de la sélection des projets collaboratifs financés par le FUI. Toujours dans cette optique, la durée allongée du troisième volet de cette politique permet aux pôles de disposer d'une meilleure visibilité et durabilité quant à la mise en place de leurs engagements. Ce contrat de performance permet également de lier les attentes des pouvoirs publics aux engagements pris par la direction du pôle afin de pourvoir à son développement.

A ces engagements du pôle s'ajoutent les engagements d'accompagnements de

la part des décideurs publics, accompagnement tant financiers que techniques ou logistiques. De la même manière, afin de renforcer l'action des pôles, l'accent est mis sur plusieurs de leurs compétences. Entre autres, l'amélioration à l'accès des membres aux financements privés, avec un accès encore facilité aux business angels, fonds risqueurs etc. Mais aussi l'internationalisation et l'accompagnement des PME, grâce notamment à un ensemble de partenariats avec des clusters étrangers, un accompagnement renforcé à l'export, du mentorat pour les PME etc. Enfin, dans un but d'efficacité, le ministère appelle à une coordination territoriale efficiente avec une complémentarité accrue entre l'offre de services, collectifs ou individuels, proposée par le pôle et celle initialement proposée sur le territoire.

Si l'évaluation ministérielle n'a pas encore été rendue publique, une évaluation annexe a tout de même été publiée par *France Stratégie*. Ainsi, indépendamment du processus d'évaluation prévu avant chaque appel d'offres, France Stratégie a réalisé en 2017 une évaluation des pôles de compétitivité : "Evaluation de la politique des Pôles de compétitivité : la fin d'une malédiction?". Dès le titre, le ton est donné. Les pôles de compétitivité sont-ils en capacité de réussir là où les autres plans gouvernementaux mis en place depuis 40 ans n'ont eu que peu de succès (clusters, grappes, SPL, instituts Carnot, PCRD européen, etc.)? Les auteurs concluent ainsi que les subventions publiques directes, 74.210 d'euros par entreprise hors avantage fiscal du crédit impôt recherche, ont contribué à augmenter les investissements en R&D des entreprises, mais sans effet sur la performance relevant, malgré les objectifs affichés, un effet pôle notable sur la R&D mais néanmoins inexistant sur les performances des entreprises.

2.3 Le dispositif financier associé

Les financements dédiés à cette politique sont bien entendu encadrés et proviennent simultanément de différents horizons. Tout d'abord au niveau Européen, dont on peut citer le programme *Horizon 2020* actuel ou encore le programme COSME, pour la compétitivité des entreprises et des PME. Viennent ensuite les financements gouvernementaux, avec les différents fonds envisageables tels que par exemple le *Fond Unique Interministériel* qui octroie des crédits à des projets collaboratifs présélectionnés ou des exonérations fiscales sur des postes de chercheurs par exemple, mais aussi via la *Banque Publique d'Investissement* (BPI) ou l'*association nationale pour la recherche* (ANR). Enfin, au niveau des collectivités territoriales, ces dernières financent, en collaboration avec les entreprises et l'Etat, les structures

Table 2.1 – Intentions de financements de projets collaboratifs de R&D des principaux organismes publics financeurs.
(Source : Direction générale des entreprises)

Montants (en Millions d'euros)	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Fonds unique interministériel (FUI)	157	149	119	116	97	88
Collectivités locales (Cofinancements FUI uniquement)	118	109	95	84	85	83
BPI France	120	107	109	85	-	-
Projets structurants pour la compétitivité (PSPC)	-	17	82	59	141	153
ANR	213	182	164	113	104	90
Nombre de projets financés	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Fonds unique interministériel (FUI)	151	162	140	141	131	120
Collectivités locales (Cofinancements FUI uniquement)	147	156	136	136	131	120
BPI France	15	13	14	12	-	-
PSPC	-	1	7	6	15	16
ANR	313	297	250	199	196	166

de gouvernances du pôle comme dit précédemment mais aussi par le biais d'appel à projets de R&D qu'elles peuvent cofinancer si elles le souhaitent.

Il est précisé par ailleurs dans le cadre de la politique des pôles, la possibilité d'un accès à des financements en provenance du secteur privé avec pour en citer quelques exemples, les fonds de capital-risque⁴³ et de "business angels"⁴⁴. Ces fonds ne sont pas à négliger avec respectivement 6,1 milliards d'euros investis en 2012 pour les fonds en capital-risque et 1.8 alloués au financement de PME pour les "business angels"⁴⁵. En plus de ces aides pécuniaires, les pôles et leurs membres peuvent profiter d'un soutien logistique provenant d'organismes spécialisés. Ces aides concernent des thématiques allant du conseil avec le réseau européen EEN, en français *Réseau des entreprises européennes*, qui facilite en amont du projet l'accès aux programmes communautaires de soutien à l'innovation notamment, jusqu'à un accompagnement concernant les problématiques situées plus en aval de l'innovation, avec la question de la propriété intellectuelle et la commercialisation par exemple. Rappelons qu'au sein des Pôles eux-mêmes, des structures accompagnent les entreprises membres afin de solliciter les différents financeurs à leur disposition.

43. Capital risque : activité limitée dans le temps, de prise de participations en capital dans des entreprises naissantes ou très jeunes et non cotées. Regroupe les financements en amorçage, en création et en post-crédation (Kettani and Villemeur, 2012).

44. Business Angel : Personne qui investit une partie de son patrimoine et met à disposition de l'entrepreneur ses compétences, ses connaissances et ses réseaux. Peut agir individuellement ou au sein d'un réseau directement ou via un fonds d'investissement.

45. Source : association française des investisseurs pour la croissance : www.afic-data.com/GrantThornton

Afin d'illustrer le montant de ces financements, plusieurs données sont disponibles. Comme nous l'avons expliqué, différents organismes participent à cette politique. En premier lieu desquels, le FUI, dédié aux pôles, a financé directement sur les deux premiers volets de cette politique, entre 2005 et 2012, 1186 projets collaboratifs de R&D. Le FUI finance ainsi des projets sélectionnés d'un montant supérieur à 750000 d'euros, ayant obtenus la labellisation par leur pôle, qui permettent d'anticiper des retombées économiques démontrées à moyen terme, regroupant au minimum deux entreprises et un organisme public de recherche ou de formation. Sur la période 2007 à 2012, les intentions de financements FUI ont représenté une enveloppe totale de plus de 1,4 milliard d'euros pour un total de 1028 projets financés, soit un montant moyen d'environ 1,35 million par projet. Les collectivités locales viennent conjointement compléter ce financement pour 96% des projets, en partenariat avec le FUI, pour un montant de 727 millions d'euros sur la même période. Mais ces collectivités financent également d'autres projets cette fois-ci non retenus par le fond interministériel, souvent des plus petites structures, avec un montant global non négligeable supérieur à 250 millions d'euros. D'autres organismes publics participent également au financement des projets, telle la BPI (ex OSEO), qui contribue par le biais de ses dispositifs d'aide aux projets d'innovation stratégique et industrielle, projets ayant la particularité de nécessiter des financements plus élevés. Ces projets sont pour moitié financés sous forme de subventions et pour l'autre moitié sous forme d'avances remboursables. La BPI a ainsi financé sur la période 2007 à 2012, 2798 projets pour un montant d'environ 1 milliard d'euros, soit un apport moyen par projet de 38,5 millions. Enfin, dernier opérateur public de poids à participer au financement des projets : l'ANR. Cette dernière a soutenu sur la même période 1630 projets académiques, plus éloignés de la logique marchande que ceux co-soutenus par le FUI et les collectivités, pour un montant total d'un peu plus d'un milliard d'euros, surtout dirigé vers les laboratoires. Précisons que l'ANR et la BPI peuvent également financer des projets individuels contrairement aux deux premiers qui ne financent que des projets collectifs et préalablement labellisés par les pôles.

On peut aussi ajouter l'existence de tout un ensemble de financements exclusivement destinés à des secteurs stratégiques comme les aides de l'ADEME, *Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie*, qui financent des projets dits "verts", sur les thématiques du développement durable et de l'environnement. Avec respectivement 170 millions d'euros investis au titre de l'année 2011 pour l'ADEME, année de lancement des financements. Pour finir, la *Caisse des Dépôts et Consignations* vient s'ajouter à la liste des financeurs publics au titre de son soutien aux investissements immobiliers.

Ces financements publics dans leur ensemble étaient répartis entre les membres en 2012 comme suit : les laboratoires pour 44%, 28% pour les PME, 19% pour les autres entreprises et le reste, 9%, pour le financement direct des pôles et les actions diverses.

A cet ensemble de financements publics viennent bien sûr s'ajouter tout un ensemble composé de capitaux privés. En effet, il se peut que le manque de maturité de certaines entreprises ou encore l'incertitude quant aux techniques de pointe qu'elles cherchent à développer, rendent difficile l'anticipation de leur développement à venir, ce qui complique d'autant l'accès à des financements publics. Néanmoins, cela n'empêche pas bien au contraire le fort besoin en capitaux propres qu'impliquent ces ambitions de croissance élevées. C'est en raison de cette difficulté d'appréciation par les financeurs publics des retombées futures, ou encore de ce fort besoin en capitaux qui peut dépasser le cadre de l'accompagnement public, que ces entreprises peuvent compléter leurs besoins de financements par des capitaux privés. Les financeurs privés les plus couramment cités sont les Business Angels et les capitaux risqués. Ces derniers participent au financement des PME des pôles, avec 282 collaborations en 2009. Ce chiffre de 282 collaborations peut nous paraître faible en comparaison du millier de projets financés par les différents organismes publics chaque année. Effectivement, selon une source de l'OCDE de 2015, la France investirait ainsi dix fois moins en capital risqué que les Etats Unis. Elle se situe néanmoins juste devant le Royaume Uni et l'Allemagne, ce qui peut s'expliquer en partie par le fort accompagnement du secteur public. En effet 40% des financements y sont levés par des agences publiques au profit des entreprises, contre 6% aux Etats Unis par exemple.

2.4 Les autres politiques de soutien à l'innovation

Pour terminer cette section, ouvrons le questionnement sur l'évolution de l'ensemble des autres politiques de soutien à la R&D depuis 2000 et le lancement l'année précédente de la loi sur la recherche et l'innovation dites *loi Allègre*. Pour cela, dans les faits, trois périodes différentes se dessinent.

Jusqu'au début des années 2000, la faible diversité des dispositifs se combinait avec un large recours aux subventions comme principale modalité d'aide et une concentration sur le soutien aux activités de R&D des entreprises. Caractéristique particulière de cette période, la mise en oeuvre de ces dispositifs est directement assurée par les ministères concernés de manière cloisonnée. Une seconde phase s'ouvre

ainsi au début des années 2000 avec les apports de la loi Allègre. Cette période 2000-2008 voit le développement de dispositifs plus concentrés sur la valorisation de la recherche publique d'une part et de l'incitation à la coopération entre acteurs d'autre part. Le poids des incitations fiscales s'y trouve également renforcé et plusieurs opérateurs majeurs apparaissent tels que l'ANR (2006) ou OSEO (2005)⁴⁶. Enfin, depuis 2008, dans un contexte de crise économique et financière, de nombreux dispositifs nouveaux voient le jour, pour l'essentiel dans le cadre du *Programme d'investissement d'avenir*. De même, le poids des opérateurs s'y trouve renforcé d'avantage tout comme la part des exonérations fiscales.

Il faut par ailleurs préciser que l'organe décisionnel pour la mise en oeuvre de ces dispositifs se trouve désormais à un niveau pluri-ministériel. L'enveloppe attribuée en France à cette politique de soutien à l'innovation correspond aujourd'hui aux alentours de dix milliards d'euros, soit un demi-point de PIB. Cette enveloppe concerne différents contributeurs publics : Etat, régions et Europe essentiellement. Il s'agit là d'un montant considérable, à titre de comparaison celui-ci est supérieur de plus de 25% au budget attribué à la Justice.

Cette politique se caractérise ainsi par une multiplicité d'objectifs, une profusion d'instruments et surtout une instabilité des dispositifs. Cette instabilité due au recours à des dispositifs régulièrement renouvelés, représente une véritable limite de toutes les politiques publiques à destination du secteur privé en général, les entrepreneurs n'appréciant pas le peu de visibilité dans l'avenir qu'offrent certains de ces programmes. Concernant la profusion des instruments, il faut citer que si l'Etat et ses opérateurs géraient en 2000 environ 30 dispositifs nationaux, leur nombre est passé aujourd'hui à 62, auxquels il faudrait ajouter l'ensemble des dispositifs gérés au niveau infranational. Cette enveloppe est pour la grande majorité, plus de 60% du soutien total, constituée par des incitations fiscales, c'est-à-dire essentiellement le *Crédit Impôt Recherche* (CIR) pour 6.4 milliards d'euros en 2012.

Ce CIR permet, comme son nom l'indique, aux entreprises de déduire sous certaines conditions, jusqu'à 30% de leurs dépenses en R&D. Toutes les entreprises ne sont cependant pas éligibles à ce programme, elles doivent effectivement pour cela répondre à certaines exigences préalables. Pour l'essentiel, sont concernées les entreprises nouvelles, les jeunes entreprises innovantes, celles reprenant une activité

46. Oseo est une entreprise privée avec délégation de service public, qui finance les PME françaises pour l'emploi et la croissance : innovation, investissement, international, création et transmission. En juin 2013, elle a été fusionnée avec CDC Entreprises, le FSI et FSI Régions pour créer la Banque publique d'investissement, ou bpiFrance

en difficulté et enfin l'ensemble des entreprises situées et participant à un projet collaboratifs dans des zones franches urbaines ou les zones de recherche tels les pôles de compétitivité. Le CIR a depuis été complété par le *Crédit d'Impôt Innovation*, nouveau dispositif d'aide aux entreprises innovantes créé en 2013. Il portent sur des opérations comme la conception de prototypes de nouveaux produits ou l'installation pilote de nouveaux produits. Plus précisément, il permet une baisse de 20% du coût des dépenses réalisées en faveur de l'innovation, dans la limite d'un plafond de 400 000 euros de dépenses éligibles.

Une réorganisation institutionnelle d'ampleur a été menée avec la mise en place de deux grands acteurs, le *Commissariat Général à l'Investissement* (CGI) d'un côté, qui gère l'ensemble des programmes d'investissements d'avenir (PIA). Puis d'autre part la *Banque Publique d'Investissement* (BPIFrance), qui accompagne et finance les efforts d'innovation des entreprises en remplacement de plusieurs acteurs tels OSEO. Pour situer un ordre d'idée, les programmes d'innovation du PIA représentent en flux annuels moyens 57% des soutiens directs et 37% en équivalent subventions quant aux financements de BPIFrance.

Enfin, concernant les buts de ces dispositifs existants, ceux-ci peuvent être regroupés en cinq objectifs principaux. Tout d'abord, un accroissement des capacités privées de R&D, c'est essentiellement l'objet du dispositif Crédit Impôt Recherche, pour rappel 60% du budget total alloué à la politique de soutien à l'innovation. Deuxièmement, amplifier les retombées économiques de la recherche publique, ce qui correspond environ à 1,4 milliard d'euros soit 16,4% de l'enveloppe globale. Viennent ensuite respectivement les objectifs du développement des projets de coopérations entre les acteurs, de la promotion de l'entrepreneuriat innovant et enfin du soutien au développement des entreprises qualifiées d'innovantes. Ces trois derniers objectifs, malgré un nombre important de dispositifs sollicités ne représentent que 13,4% du budget total. Ce ratio est principalement dû à la volonté des décideurs de diminuer les aides publiques directes, sous formes de subventions, au profit d'une intervention plus incitative, par le biais des exonérations fiscales. A titre d'exemple, les aides dites directes, ont été divisées par deux en réel sur la période 2000-2012, passant de 81% du total à 19,2% des soutiens à l'heure actuelle. Inversement, la part des exonérations fiscales, dispositifs incitatifs, est passée de 17% en 2000 à 60% en 2012.

Pour conclure à propos de ces politiques de soutien à l'innovation, il reste à compléter le questionnement par l'action des collectivités et de l'Union Européenne afin d'avoir une vision de l'ensemble des contributeurs. Les régions françaises se

sont ainsi progressivement affirmées comme des acteurs de poids de ces politiques d'innovation. Le recensement des aides régionales effectué par la *Commission Nationale d'Evaluation des Politiques d'Innovation*, permet d'apprécier leur contribution. Même si les efforts qu'elles fournissent ne représentent que 5,4% du montant total, ils correspondent à 15,2% du soutien direct. Quant à l'Union Européenne, avec à peine 4,5% de la contribution totale, elle représente 12,7% des aides directes, ce qui fait d'elle aussi un acteur de poids quasi similaire. Néanmoins, l'avènement de notre économie en économie de l'innovation ne pourra être rendue possible par le seul soutien public, aussi important et bien ciblé soit-il.

2.5 Evaluation de la performance

2.5.1 Difficulté d'étudier la performance des Pôles de compétitivité

La variété des clusters explique en partie les difficultés liées à la mesure de leurs performances ([Gallié et al., 2012](#)). Cette diversité de pôles repose sur la variété des thématiques et des secteurs industriels et technologiques dans lesquels ils opèrent. La notion même de performance est multiple. Il est effectivement facile de comprendre que ces performances dépendent des objectifs assignés aux pôles et également des secteurs concernés. Plusieurs approches peuvent être envisagées afin de mesurer cette performance, tout dépend du niveau à partir duquel on estime la réussite du pôle. On peut en premier lieu, s'interroger quant à l'impact des pôles sur la performance individuelle des entreprises (ou des autres types de membres) qui y participent que ce soit concernant le chiffre d'affaire, les dépenses de R&D, les brevets etc. Les pôles constituent en effet pour les entreprises membres l'opportunité d'accroître leur compétitivité en accédant à des services et informations spécialisés et en profitant de la complémentarité des compétences du réseau constitué pour gérer les projets.

Toutefois, l'approche peut également consister en l'étude de l'impact des pôles cette fois-ci sur la performance collective des membres composant le pôle. Cette approche de la performance conduit souvent à s'intéresser à l'impact de la structure de gouvernance des pôles sur les activités collectives du réseau. Il s'agit dès lors de déterminer en quoi la structure de gouvernance permet de stimuler les synergies et les dynamiques collaboratives entre les acteurs. Enfin, malgré les biais d'évaluation que cette dernière approche engendre, la performance du pôle peut également s'étudier

à partir de la performance du territoire d’ancrage que ce soit au travers de la baisse du taux de chômage, des niveaux d’industrialisation et d’exportations etc.

Quelque soit l’approche retenue, elle suppose l’existence d’un lien entre les caractéristiques multiples des pôles et leurs performances. L’analyse se complexifie par ailleurs du fait de la relative jeunesse des pôles de compétitivité et des données disponibles (Chaudey and Dessertine, 2018). Par exemple, les financements publics obtenus sur des projets sont, pour de nombreuses évaluations, perçus comme un indicateur d’efficacité des pôles alors que très souvent ces mêmes financements sont accordés sur des analyses de résultats, complexes à évaluer et tardifs. De plus, les indicateurs usuellement utilisés, comme nous l’avons fait précédemment, relèvent des dynamiques d’innovation tout en limitant l’analyse de la performance. Par exemple, se limiter aux seules publications dans des revues scientifiques ou aux seuls brevets afin d’estimer l’efficacité scientifique d’un pôle pourrait apparaître comme la partie émergée de l’iceberg et cacher bien d’autres outils d’analyse de la performance.

Le même constat de complexification existe concernant la nature des relations qui pourraient précéder la création des pôles de compétitivité et venir s’agréger au profit de cette politique. Souvent, le cluster existait déjà, du moins en partie, avant la politique des pôles. C’est le cas, par exemple, du pôle Minalogic, pôle Grenoblois de microélectronique, où quelques grands acteurs publics et privés travaillaient préalablement en collaboration et percevaient d’abondants financements publics. Dans d’autres cas, le pôle a eu pour conséquence de rendre formelle et d’accompagner des collaborations au sein d’un cluster préexistant, leurs acteurs tirant déjà, depuis de nombreuses années, parti des synergies locales.

De fait, force est de constater que peu d’études économétriques se sont pour l’instant penchées sur la problématique de l’efficacité de la politique des pôles de compétitivité. La plupart de ces analyses se concentrent ainsi sur les effets positifs de la politique des pôles en termes de potentiel d’innovation (Iritié, 2012; Tholoniati, 2008), d’investissements en R&D et d’emploi (Bellégo and Dortet-Bernadet, 2014; Ben Hassine and Mathieu, 2017) ainsi que de niveau de salaires des ingénieurs (Bonnard et al., 2015). De rares travaux mettent également en avant la capacité organisationnelle entre les différents acteurs de la R&D (Bocquet and Mothe, 2009; Calamel et al., 2016; Taddei and Noblet, 2018) et notamment concernant les coopérations public-privé (Corbel et al., 2011). En particulier, l’étude de Ben Hassine and Mathieu (2017), commandée par France Stratégie, sur la période 2006-2012 met en évidence un réel effet de levier sur l’autofinancement de la R&D des firmes à partir de 2009, soit après quatre années de participation aux pôles. Ils mettent également en

évidence que l'appartenance à un pôle conduit à un surcroît d'investissement privé en R&D supérieur au montant des aides directes et indirectes obtenues. Dans les faits, pour un euro additionnel d'aides publiques perçues, une firme membre d'un pôle a en moyenne dépensé en 2012 près de trois euros en R&D, déterminant un effet additionnel indéniable. Les rares études de l'efficacité globale des pôles ne sont cependant en mesure de conclure que pour les PME (Bellégo and Dortet-Bernadet, 2014; Casanova et al., 2017). Néanmoins, à notre connaissance, aucune étude ne porte sur une analyse globale *coût-avantage* de la politique des pôles de compétitivité, c'est à dire l'évaluation de la performance de cette politique industrielle au regard de son coût pour la société, ce qui nous semble pourtant nécessaire.

2.5.2 Quelques chiffres clés

Afin de disposer d'éléments de comparaison et pour bénéficier de la vision la plus exhaustive possible de l'ensemble des 71 pôles français, nous faisons le choix de baser notre analyse sur les données recueillies dans les tableaux de bord publiés par la *Direction Générale de la Compétitivité, de l'Industrie et des Services* (DGCIS) du ministère de l'économie, de l'industrie et de l'emploi publié en 2014. Ces données sont recueillies dans le cadre de l'enquête annuelle réalisée auprès des structures de gouvernance et donnent des renseignements sur la situation de chaque pôle au 31 décembre 2014. Bien que relativement anciennes, les données regroupées dans ces tableaux de bord donnent une information systématisée pour l'ensemble des pôles. Elles permettent également de renseigner la nature et le nombre d'entreprises impliquées, le nombre de projets de R&D financés par sources (Fonds Unique Interministériel, Agence Nationale de la Recherche, OSEO, Collectivités), les niveaux de financement obtenus, les productions industrielles et scientifiques, etc.

Nous ne disposons par construction pas de données primaires et assumons de baser nos analyses sur les réponses des structures de gouvernance des pôles à leur organisme de tutelle. Néanmoins, dans la mesure où ces données ont été recueillies de façon identique pour l'ensemble des 71 pôles français, nous pouvons réaliser une analyse de données sur l'intégralité de la population des pôles de compétitivité français et ainsi établir des comparaisons instructives.

Tout d'abord et pour rappel, la France regroupait 71 pôles labellisés en 2012, 7 mondiaux, 11 à vocation mondiale et 53 nationaux. Selon la dernière *enquête annuelle de la DGCIS publiée auprès des pôles de compétitivité*, source Insee, environ 10400 établissements d'entreprises étaient membres d'au moins un pôle de

Table 2.2 – Membres des pôles.
 (Source : Direction générale des entreprises)

Membres privés	2014	2015
Nombre d'entreprises membres	8353	8886
PME	6806	7125
ETI	911	918
Grandes entreprises	171	174
Nombre de groupes étrangers membres	686	701
Groupes européens (hors France)	424	440
Autres groupes étrangers	262	261
Autres membres	2014	2015
Nombre d'établissements d'organismes de formation	772	793
Nombre d'établissements de laboratoires publics de recherche	930	924

compétitivité en 2014, dont 1882 ne le sont que depuis cette année. Parmi les 8510 sociétés auxquelles ces établissements d'entreprises appartenaient, on retrouve une très forte présence des *Petites et Moyennes Entreprises* (PME), 86.7%, contre 11.7% des *Entreprises de Tailles Intermédiaires* (ETI) et enfin seulement 1.6% de *Grandes Entreprises*. Ce dernier indice n'est toutefois pas à négliger car ces 119 grandes entreprises, présentent au sein d'au moins un pôle, regroupent un peu moins des deux tiers des grandes entreprises françaises, précisons de même qu'en France une ETI sur cinq est membre d'un pôle. Ces établissements membres des pôles étaient pour moitié, 49,6%, des filiales ou succursales de sociétés, le reste étant des établissements indépendants. En ce qu'il s'agit de la nationalité de ces groupes, l'extrême majorité étaient de Nationalité Française, un peu plus de 82%, environ 10% en provenance de pays européens de l'UE 27 (excepté la France), et enfin un peu moins de 8% des groupes étrangers, paramètre important afin d'apprécier l'attractivité des territoires.

Concernant l'évolution du nombre de membres, on peut constater une augmentation annuelle de 7%. Un chiffre plus nettement en hausse pour les PME, principales responsables de cette évolution au sein des pôles. Du côté des grandes entreprises la situation reste relativement stable, la plupart d'entre elles, travaillant sur des thématiques qui coïncident avec les stratégies des pôles, y figurent depuis la création de ces pôles. Quant aux ETI, leur progression est plus faible avec seulement 2% de membres supplémentaires sur l'année.

Par construction, les pôles rassemblent d'autres types de membres, à savoir les laboratoires et les organismes de formation, auxquels il convient également de s'intéresser. On dénombrait ainsi en 2014, 772 établissements d'organismes de formation

Table 2.3 – L’emploi dans les pôles.
(Source : Direction générale des entreprises)

Nombre de salariés	2008	2012	2013	2014	2015
Tous salariés	719 417	835 788	848 362	860 696	867 965
Dont cadres	253 735	283 677	294 480	329 195	330 910

et 930 laboratoires de recherche au sein des pôles. Ces derniers suivent, là encore, une distribution géographique similaires à celles des entreprises membres avec une présence accrue en Ile de France, région PACA, Rhône-Alpes et Bretagne. On peut relever aussi une inexistence ou une faible présence dans les DOM-TOM, la Corse, les régions Champagne-Ardenne ou encore Poitou-Charentes. Les pôles de compétitivité ont ainsi pu mettre en place 316 formations lors de l’exercice 2010, avec en moyenne 18 formations par pôle "mondial", alors qu’un pôle national n’en proposait que 3. De même, lorsqu’il s’agit de la production scientifique, les pôles de compétitivité ont permis la publication de plus de 2000 articles scientifiques parus en 2010 dans le cadre des projets labellisés, ainsi que 365 brevets déposés. Une autre différence importante existe entre les catégories de pôles, qu’ils soient mondiaux ou nationaux. Il est remarquable qu’un tiers de ces brevets et presque la moitié des publications d’articles ont été réalisés au sein d’équipe des pôles mondiaux. Aux vues de leur faible proportion dans la population d’ensemble, 7 sur 71, on peut une fois de plus observer une sur-représentation des pôles mondiaux dans les indicateurs d’efficacité des pôles.

Concernant la création d’emploi et la réduction du chômage, nous pouvons remarquer que les établissements membres employaient environ 876 000 salariés, dont un peu plus d’un tiers d’emplois types cadres. L’emploi compris au sein des pôles représente donc un peu plus de 3% de l’emploi salarié total en France en 2014 et 6% si on ne s’intéresse qu’à l’emploi dans le seul secteur marchand. Ces ratios cachent eux aussi d’importantes disparités entre les régions. Si l’emploi au sein des pôles représente 7.4% des emplois salariés en Alsace et Franche Comté, en raison d’une implication importante du secteur automobile, il n’est pas représenté, ou très peu, dans les DOM, la Corse, la Picardie et Limousin-Poitou-Charentes entre autres. Les pôles de compétitivité représentent aussi un poids important dans l’emploi en Midi-Pyrénées, avec à titre d’exemple plus de la moitié des cadres du secteur de l’industrie, en raison de la présence du secteur aéronautique. Du reste, la distribution géographique de l’emploi au sein des pôles suit la même tendance que celle de l’emploi salarié en général avec une forte présence de la région Ile de France, 30%, ainsi que les autres grandes régions, Rhône-Alpes avec 11%, Nord Pas de Calais

6.6% et 6.5% des 836000 salariés au sein des pôles qui se situent en région Paca. Les pôles sont aussi inégalement représentés suivant les segments de l'économie. Comme cela semble naturel, les pôles sont très impliqués dans les secteurs intensifs en technologies et connaissances, vecteurs d'activité et de compétitivité. De même, fleuron de l'industrie française, le secteur aéronautique comprend les deux tiers de ses emplois salariés regroupés au sein des pôles. Enfin, ces derniers représentent 37% des emplois dans la fabrication de produits électroniques, informatiques et optiques ou bien encore 29% dans la construction automobile.

Les secteurs des TIC sont d'ailleurs naturellement en fort développement au sein des pôles. S'ils représentaient en 2006, 13% des membres des pôles, ils regroupaient 6 ans après 17,6% des établissements adhérents. Néanmoins, seulement 10% des salariés des pôles sont concernés par ce secteur d'économie, cela en raison de la relative plus petite taille de ces entités comparées aux autres membres. Cette taille plus modeste est essentiellement due à la relative jeunesse de ces entreprises du secteur des TIC au sein des pôles, plus du quart bénéficiant d'ailleurs du statut de *Jeunes Entreprises Innovantes* (JEI). D'autres secteurs sont également bien présents au sein des pôles, comme l'agro-alimentaire, la métallurgie et la plasturgie, ce qui s'explique par l'importance au préalable de ces industries en France. Bien que depuis 2011, l'emploi dans les pôles recommence à se développer, augmentation de 7% de 2013 à 2014, répercussion logique de la reprise économique que semble suivre la France, il reste délicat de conclure quant à la capacité de création d'emploi, et donc de son objectif de baisse du chômage, en raison de l'entrée de nouveaux membres sur cette même période.

En ce qui concerne la politique de partage d'infrastructures de R&D au sein des pôles, nous disposons de plusieurs informations. Pour commencer, le gouvernement dénombrait en 2012, 34 plateformes d'innovation mobilisant environ 70 millions d'euros du FUI, ainsi qu'un accompagnement financier tant au niveau régional qu'euro-péen. De plus, des opérateurs comme la caisse des dépôts et consignations ont directement pris part au financement des investissements immobiliers liés à ces plateformes dans le cadre de la convention cadre signé en 2008 avec l'Etat. La majorité de ces plateformes ont par ailleurs pris le statut juridique de société par actions simplifiées (SAS) ou d'associations. Ces dernières sont présentes dans la plupart des grands domaines de recherche allant des TIC à la chimie tout en passant par la santé, les transports, les matériaux... Plus de la moitié d'entre elles apportent également des services de centres d'essais à leurs entreprises clientes, ce qui permet à des PME ou des ETI de bénéficier de technologies utilisées par les grands groupes malgré leur

coût qui tendrait à en exclure ces PME ou ETI.

2.5.3 Une approche à partir des grands axes stratégiques

Après cette présentation générale des pôles de compétitivité, nous allons maintenant segmenter notre approche en fonction des différents axes stratégiques des pôles. En effet, la politique des pôles de compétitivité avait plusieurs effets initialement attendus, tels que la concentration de l'activité en son sein, validée par le poids important en termes d'établissements ou d'emplois suivant les domaines d'activités, ou encore la création d'entreprises, entreprises s'engageant dans des collaborations sur la R&D.

Concernant ce second point, l'évaluation reste compliquée. S'il est toutefois possible d'isoler le cas précis des entreprises créées au sein des pôles, il nous reste encore à comparer ces résultats à ceux du reste de l'économie. Depuis 2012, le nombre d'établissements créés au sein des pôles se maintient, avec 1320 membres des pôles en 2014 ayant vu le jour depuis 2012, soit 12.7% des entreprises membres environ. Tout en sachant que la même année les pôles comptaient un total de 10384 établissements, cela fait en détail un taux de création d'entreprises de 1.7% pour l'année 2014, à ne pas confondre avec le taux de croissance des pôles qui comptabilise aussi les nouveaux arrivants et était de 7% la même année.

Néanmoins, il nous reste à savoir si les pôles ont comparativement fait mieux que l'ensemble de l'économie française. Selon l'Insee, cette même année, les demandes d'immatriculation d'entreprises étaient en hausse de 2,3%, en raison principalement à l'augmentation de 3.1% de la sous-catégorie des auto-entrepreneurs, ce qui conduirait en les soustrayant de l'analyse, à une hausse net de 1.6% pour les entreprises toutes tailles confondues hors auto-entreprises. Ainsi, il semble effectivement que l'on puisse conclure à l'efficacité des pôles comparativement à l'ensemble de l'économie concernant la dynamique de création, ce qui peut apparaître logique étant donné le caractère novateur de l'activité des pôles.

Du reste, toujours selon l'Insee, ces entreprises nées au sein des pôles avaient une activité très spécifique par rapport aux autres établissements membres. Il est précisé que les trois quarts de ces entreprises nouvelles étaient impliquées dans les secteurs de l'information et de la communication et dans les activités scientifiques, alors qu'ils ne sont que 41% pour les autres membres déjà présents. Enfin, on ne compte que 15% d'entre elles ayant une activité industrielle, contre là encore 41% pour l'ensemble

des membres. En plus de cette disparité sectorielle, on peut également relever une disparité géographique concernant la localisation de ces nouvelles entreprises, liée à la première. En effet, les créations se concentrent dans les pôles précisément spécialisés dans les secteurs des TIC, tels que les pôles franciliens Cap Digital et Systematic Paris-Région, respectivement 14% et 6% des sociétés créées jusque 2009, 30% pour toute la région Île de France. De manière générale, les dix premiers pôles en terme de membres historiques, c'est à dire existants depuis le début de la politique des pôles, regroupaient la moitié des entreprises créées. Comparativement, ces dix pôles ne rassemblaient qu'un peu plus du tiers de l'ensemble des établissements, tous types confondus.

Passons désormais à la capacité d'emploi de ces entreprises nouvellement créées. Il se trouve que 85% d'entre elles employaient moins de 10 salariés, soit une caractéristique attendue identique à la catégorie des petites entreprises. Une distinction est toutefois visible entre les sociétés dites indépendantes, environ 91% des sociétés créées, qui embauchaient en moyenne chacune 5 salariés, comparativement aux établissements nouvellement créés mais contrôlés par un groupe, qui eux, bien que moins nombreux, employaient en moyenne 49 salariés. Les unes peu nombreuses embauchent relativement un nombre important de salariés, tandis que les autres, plus nombreuses, embauchent relativement beaucoup moins de salariés. Si cette catégorie d'établissements membres ne correspond qu'à moins de 2% de l'ensemble des emplois au sein des pôles, il faut préciser qu'étant de petites tailles et spécialisées dans des domaines de pointes, elles occupent un rôle extrêmement stratégique dans la dynamique des pôles. Néanmoins, il reste indéniable que nous ne pouvons totalement conclure quant à la capacité de création d'emplois de ces structures, ces derniers pouvant résulter d'une simple stratégie de relocalisation géographique.

En ce qui concerne l'objectif de promotion de la collaboration entre les membres, toujours selon les données de l'Insee, près de 40% des établissements membres participaient au moins à un projet collaboratif de R&D, en moyenne 1,9 projets. Ces projets étant à la fois coûteux et consommateurs de ressources humaines et techniques, le nombre de projets est donc logiquement croissant avec la taille de l'établissement. Si 34% des PME participaient au moins à un projet, cette proportion passait à 39% pour les ETI et 42% pour les établissements de grandes entreprises. De même, pour ces établissements, le nombre moyen de projets menés augmente avec la taille, allant de 1,7 projet pour les PME, 1,8 pour les ETI et enfin 3 projets par établissement de grandes entreprises. Cette logique se vérifie aussi au niveau des ressources des membres participant à ces projets avec un besoin en salariés plus

important, en moyenne 155 salariés, que celles n'y participant pas, 105 employés. Il faut toutefois préciser que cet accroissement de la masse salariale en particulier n'est pas uniquement destiné à la participation à de tels projets.

Une fois n'est pas coutume, il nous faut comparer cette participation à des projets collaboratifs en R&D en fonction des dynamiques des pôles où les établissements sont membres et des domaines d'activités. La participation à un pôle mondial influence ainsi positivement la participation à ces projets. Effectivement, le nombre de projets financés, que ce soit par le FUI, les collectivités locales, l'ANR ou encore la BPI France, diffère en fonction des pôles. Les pôles mondiaux comptant 72 projets contre 46 pour ceux à vocation mondiale et 28 pour les pôles nationaux. Corrélativement, les établissements membres des pôles mondiaux ont un taux de participation à ces projets de plus de 50%, contrairement à un peu d'un tiers pour les autres types de pôles. L'appartenance à un pôle avec de nombreux projets en cours influence donc positivement la probabilité de ses membres à participer à au moins un de ces projets.

S'agissant de l'objectif de transformer les pôles de compétitivité en véritable *usines à produits*, nous ne disposons que de quelques informations en raison de la relative jeunesse de ces dispositifs et de l'absence d'évaluation ministérielle depuis 2012. Cependant, sur les projets terminés à la fin 2012, 41% ont abouti à de nouveaux produits ou de nouveaux procédés mis sur le marché et 33% ont conduit à l'élaboration de connaissances générant par la suite la création de nouveaux produits ou procédés. Cette part des projets à finalité marchande est d'ailleurs sensiblement la même pour les projets en cours de réalisation avec 42% d'entre eux déclarant comme objectif final la production d'un nouveau produit ou procédé. Ce qui tend effectivement à prouver que la motivation principale est à visée marchande. Tous les secteurs et les pôles ne sont une fois encore pas logés à la même enseigne. Les pôles mondiaux font une fois de plus figure de "bon élève" avec 60% des projets aboutis ayant trouvé une finalité marchande novatrice, contre seulement 29% pour ceux à vocation mondiale par exemple. De même, certaines activités de recherche semblent plus porteuses de nouveaux procédés ou produits aux premiers titres desquels on retrouve logiquement les TIC, l'énergie et la mobilité et les transports.

Il est aussi possible de démontrer l'efficacité attenante à cet objectif en présentant une sélection des 30 premières retombées des projets de R&D des pôles de compétitivité, illustration concrète des efforts que les pôles ont accomplis afin d'accroître leur impact économique. Ils se situent ainsi au cœur de la nouvelle phase de la politique des pôles pour la période 2013-2018 dont l'ambition est de placer les pôles

au service de la croissance des entreprises et de l'emploi. Ce recueil de la *Direction Générale de la Compétitivité de l'Industrie et des Services* (DGCIS) portant sur 30 projets retenus parmi les 800 projets collaboratifs de R&D financés par le FUI depuis 2005 et achevés avant février 2014⁴⁷, présente donc des exemples de la réussite des pôles de compétitivité en tant qu'"usines à produits". Selon la DGCIS, ces projets ont permis le dépôt de nombreux brevets, la création et le maintien d'emplois, ainsi que l'émergence de start-ups innovantes. La DGCIS a d'ailleurs précisé que ces résultats, bien que déjà très prometteurs pour la croissance des firmes membres et l'emploi, devraient se renforcer dans les prochaines années compte tenu des perspectives commerciales associées à ces projets ainsi qu'aux conditions de recherche inhérentes à certains projets, spécialement dans le domaine de la santé qui demande plus de temps afin que le projet soit commercialisable. Ce recueil regroupe alors des projets allant de l'agroalimentaire avec les semences de demain, la santé avec une méthode chirurgicale innovante permettant de limiter les cicatrices, l'énergie, les TIC avec les robots humanoïdes, les transports etc. Chacun des 30 projets présentés informe quant à ses objectifs initiaux et ses retombées que ce soit en termes de commercialisation, de publications et d'emplois créés ou sauvegardés.

Passons désormais à l'objectif d'accompagnement des établissements membres. Il est effectivement prévu par la politique des pôles que ces derniers accompagnent leurs membres dans leur démarche d'exportation mais aussi en renforçant les liens des membres avec l'international. Il semble que l'on peut affirmer que les entreprises membres des pôles sont davantage exportatrices que leurs concurrentes hors pôles. Toujours en accord avec l'étude menée par la DGCIS, les membres des pôles réalisent le quart de leur chiffre d'affaires à l'export, contre moins du dixième pour les autres. Cela pourrait encore s'expliquer par la forte représentativité des secteurs traditionnellement exportateurs, au sein des pôles tels les secteurs pharmaceutique et aéronautique... Mais même à taille et secteur équivalents, toutes choses égales par ailleurs, les entreprises adhérentes des pôles exportent plus que leurs homologues nationaux. Au niveau macroéconomique, les entreprises membres représentent près des deux tiers des exportations des entreprises françaises, preuve semble-t-il, de l'efficacité des membres à l'exportation.

Concernant la taille de ces entreprises, celles qui semblent le plus tirer leur épingle du jeu semblent être les ETI avec en moyenne 27% de leur chiffre d'affaire réalisé à

47. Entre 2005 et février 2014, plus de 1300 projets collaboratifs de R&D ont ainsi été retenus. Ils représentent une dépense de R&D de 6.1 milliards d'euro et mobilisent environ 15000 chercheurs. Ils ont ainsi reçu un financement de 1,48 milliard d'euros de la part de l'Etat et de près de 920 millions en provenance des collectivités locales.

Table 2.4 – Performances à l’exportation.
 (Source : Direction générale des entreprises)

Performances à l’exportation des entreprises membres (en %)	2009	2012	2015
Taux d’exportation des entreprises membres	17	24	39
Taux d’exportation des PME membres	20	26	34
Proportion de PME membres réalisant plus de 5% de leur CA à l’export	23	40	42

l’export, contre 24% pour les autres membres confondus. Comme dit précédemment, les structures de gouvernances des pôles doivent aussi agir pour le rayonnement international des membres grâce à des échanges favorisés avec les partenaires étrangers. C’est dans cette optique qu’environ un millier d’entreprises des pôles ont participé à des salons professionnels à l’étranger au titre de l’année 2011. Qui plus est, 80% des pôles de compétitivité ont accompagné leurs adhérents à ces salons, avec en moyenne 3 colloques étrangers par pôle et par an. Cet accompagnement diffère logiquement selon la catégorie du pôle avec une moyenne de 20 entreprises accompagnées pour un pôle national et 35 pour un pôle mondial, au titre de la même année. Bien que faible, ce chiffre tend toutefois à prouver que les pôles accompagnent leurs membres dans leur démarche de coopération à l’internationale. Dans la même logique, les pôles ont organisé en 2012 cent cinquante salons internationaux de rencontres professionnelles sur le territoire français, un chiffre en augmentation de 20% par rapport à 2010. Ces rencontres sont l’occasion, pour les établissements des pôles, de nouer des contacts avec leurs homologues à l’international et développer par la même des coopérations. Pour preuve, 10% des projets de R&D labellisés par les pôles en 2011, impliquaient au moins un partenaire localisé hors-France, avec un avantage en faveur des PME adhérentes aux pôles qui nouent beaucoup plus de projets innovants avec un partenaire étranger que les autres PME, 20% des PME membres contre seulement 2% pour les autres.

Enfin, s’agissant de la nationalité des partenaires, ceux privilégiés sont naturellement d’origine européenne, pour moitié, bien que les établissements des Etats Unis soient très présents. Les tentatives de promotion de cette *French-Tech* ne sont peut-être pas veines si l’on en croît les propos du PDG de CISCO, groupe américain de la Silicon Valley, John Chambers, aux antipodes du "french bashing", faisant l’éloge des Start ups françaises du secteur du numérique en déclarant que "la France est l’avenir" et le "premier pays d’Europe à accueillir les investissements en business angels étrangers dans le domaine du numérique". Allant même encore plus loin en comparant la France avec le "saint des saints de l’innovation technologique".

Conclusion

De ce second chapitre, nous retiendrons que

- Les pôles de compétitivité ont été mis en place avec l'objectif de favoriser les coopérations en R&D entre entreprises, laboratoires et organismes de formation, disposant pour ce faire de deux dispositifs principaux : la labellisation des projets et les soutiens financiers publics.
- La politique des pôles est une politique ambitieuse qui a permis de créer avec succès des synergies entre les différents acteurs de la R&D, aboutissant très certainement à une meilleure collaboration et une efficacité accrue des projets de recherche des divers membres, en particulier en permettant de meilleurs échanges entre les sphères publique et privée de la recherche française.
- Cependant, si cette politique française, mêlant incitations à la coopération et aides financières à la recherche, est efficace s'agissant de la production de recherche, cette dernière présente encore des limites à dépasser afin de développer au maximum les retombées économiques de ces recherches.
- L'efficacité d'une telle politique d'innovation semble être conditionnée par le rationnement des dispositifs et des objectifs à remplir, ce qui peut se résumer comme suit : "un dispositif pour un objectif économique".

Conclusion de la première partie

L'objectif de cette première partie était de replacer notre travail de thèse dans son contexte, tant du point de vue de la littérature économique en vigueur (cf chapitre 1) que de ses applications en termes de politiques publiques (cf chapitre 2). Cette revue de la littérature nous a tout d'abord permis de justifier l'intervention de l'Etat eu égard aux nombreuses défaillances de marché dont souffre plus spécifiquement la production de connaissances. Nous sommes également revenus sur le décalage entre le rendement collectif et le rendement privé de l'innovation, qui vient réduire les incitations des entreprises privées à investir en R&D.

Ce premier chapitre a ensuite été l'occasion de présenter les divers outils d'intervention publique afin de pallier à ce déficit privé d'investissement en R&D. Force est d'ailleurs de constater que si de nombreux travaux se sont intéressés à cette question, ces derniers ne parviennent pas à un consensus clair quant à l'efficacité de tels dispositifs de soutien à l'innovation. Nous déterminons par ailleurs que ces différents travaux analysent distinctement l'efficacité de ces divers instruments, faisant naître la nécessité d'une analyse croisée. De ce fait, ce premier chapitre nous a permis d'introduire l'originalité de nos travaux théoriques (cf Partie II) dans le contexte théorique actuel. En effet, nous préconisons tout d'abord d'étudier l'effet conjoint de ces différents dispositifs de soutien à l'innovation, comparant tout à la fois l'efficacité de la politique de subvention à la recherche privée, de la coopération en R&D et de la présence d'un secteur public de recherche. Mais également, notre modélisation nous permet d'aboutir à des résultats originaux vis-à-vis de la littérature empirique. Notre travail propose ainsi une approche originale des politiques de subvention et d'incitation à la coopération en R&D, à même d'apporter des recommandations claires pour les décideurs publics.

Le second chapitre se proposait quant à lui d'étudier plus particulièrement la politique Française des *pôles de compétitivité* avec l'objectif de mettre en perspective nos conclusions théoriques à venir. Pour rappel, cette politique reprend conjointement financement public de la recherche privée, incitation au regroupement des entreprises

innovantes au sein de structures collaboratives et présence d'un acteur public de la recherche. L'évaluation des résultats de cette politique de *cluster* apporte plusieurs prolongements aux préconisations théoriques présentées dans le premier chapitre que ce soit concernant la coopération en R&D (coopération entre firmes et public/privé) ou les incitations financières proposées aux membres des pôles de compétitivité.

En résumé, au regard de cette première partie, nous ne pouvons que constater l'impossibilité de conclure quant à l'efficacité de cette politique des clusters que ce soit en termes d'innovation ou d'amélioration du bien être des individus. Par exemple, la réussite d'une politique d'innovation est-elle conditionnée par sa gouvernance, à savoir la collaboration entre les acteurs privés de la recherche d'une part mais également entre acteurs privés et publics. Par ailleurs, les modalités de financement de la recherche ont-elles un impact sur la performance de ces politiques de soutien à la R&D? C'est afin de répondre à cette problématique, que nous développons dans la seconde partie de cette thèse, un cadre théorique novateur regroupant coopération en R&D, présence d'un acteur public de la recherche et répartition des financements publics à la R&D entre secteur public et secteur privé.

Deuxième partie

Les politiques de financement de la R&D : fondements théoriques et comparaisons

Introduction de la seconde partie

L'objectif de cette seconde partie est ainsi de proposer une modélisation théorique novatrice, à même de développer à l'avenir des perspectives de recherche prometteuses concernant les politiques d'innovation. En effet, comme nous avons pu l'expliquer dans le premier chapitre de cette thèse, on ne peut que constater le manque de consensus de la littérature empirique s'agissant de l'efficacité des différents dispositifs traditionnels de soutien à l'innovation. Qui plus est, nous avons également pu observer l'absence d'une modélisation théorique "englobante", capable d'évaluer l'efficacité de l'utilisation conjointe de ces divers instruments d'intervention étatique.

En partant de ce constat, nous proposons de développer dans cette seconde partie un modèle théorique considérant l'ensemble des instruments de soutien à la R&D présentés dans le premier chapitre. En effet, à l'exception des dispositifs de protection juridiques de l'innovation, notre modélisation nous permet de considérer conjointement l'impact de la coopération inter-firmes, de la collaboration entre les secteurs public et privé ainsi que des dispositifs de financement de la recherche publique et de la R&D privée. Nous procédons ainsi par l'étude successive de trois politiques distinctes, mais toujours en considérant les choix de coopération concernant l'effort de R&D des firmes. Pour ce faire, nous traitons tout d'abord de la politique de subvention à la recherche privée (chapitre 3), nous étendons ensuite notre travail à une politique de financement de la recherche publique (Chapitre 4) avant d'envisager la combinaison du soutien financier conjoint des deux secteurs public et privé (Chapitre 5).

Chapitre 3

Politique de subvention de la recherche privée : coopération vs non-coopération

Introduction :

Débutons ainsi le développement de notre modélisation théorique en nous concentrant dans un premier temps sur l'étude de l'ensemble des dispositifs financiers de soutien à la R&D privée. Comme nous avons pu le présenter précédemment (cf chapitre 2 section 4), la majorité des grandes économies de l'OCDE s'est rapidement dotée d'un arsenal d'aides financières (directes ou indirectes) afin de soutenir l'effort privé de R&D : abattements fiscaux (Crédit Impôt Recherche), financements publics sur appel à projet etc. Néanmoins, si ces dispositifs de subventions de la recherche sont largement appréciés par les décideurs publics, force est de constater que l'efficacité de tels dispositifs ne fait pas l'unanimité chez les économistes.

Nous avons ainsi démontré dans le premier chapitre de cette thèse, l'absence de consensus des études empiriques sur ce sujet. En particulier, si certaines études concluent à un effet *additionnel* des subventions publiques (Busom, 2000; Alecke et al., 2012; Hottenrott et al., 2017), d'autres estiment à l'opposé que ces subventions directes n'impactent pas positivement l'investissement privé en R&D, pointant ainsi un *effet d'éviction* (David et al., 2000; Hewitt-Dundas and Roper, 2010; Czarnitzki and Lopes-Bento, 2014). Du côté de la littérature théorique, plusieurs travaux se sont intéressés à l'impact d'une subvention publique sur l'effort privé de R&D et le bien-être (cf chapitre 1, section 4). De ces travaux théoriques, il découle que la subvention versée à la R&D des firmes impacte positivement l'effort de R&D des firmes, concluant ainsi à un effet additionnel de la subvention publique sur

l'investissement privé de recherche.

Néanmoins, si de nombreux dispositifs de subventions de la R&D privée sont dans la réalité conditionnées par la forme d'organisation de la recherche, comme par exemple dans le cadre de la politique des pôles de compétitivité, peu de travaux ont étudié son efficacité de manière conjointe avec les politiques d'incitations à la coopération en R&D. Ce constat concernant l'état de la littérature en vigueur motive par conséquent la modélisation théorique de cette seconde partie. En effet, l'approche retenue dans ce *troisième chapitre* consiste de fait à verser des subventions ou à proposer des avantages fiscaux favorables à l'effort d'innovation tout en étudiant son efficacité pour la société eu égard aux choix des firmes concernant l'organisation de la recherche. On peut néanmoins citer les travaux de [Hinlopen \(1997, 2000a, 2001\)](#), qui avancent ainsi le résultat selon lequel l'octroi d'une subvention à la R&D privée permet de résoudre en partie la défaillance de marché liée à la présence d'externalités de connaissance (équilibre de premier rang) et ce quelque soit la forme d'organisation de la recherche. Ainsi, ces travaux concluent que la performance de cette politique d'innovation n'est pas conditionnée par l'organisation de la recherche. Qui plus est, en prolongeant cette modélisation à partir d'une analyse *coût bénéfice*, nous déterminons que si la coopération et la non-coopération en R&D aboutissent effectivement aux mêmes résultats économiques, cela se fait au prix d'un différentiel de coûts pour les dépenses publiques. Dans les faits, nous préconisons de privilégier le soutien à des projets non-collaboratifs pour des degrés faibles de spillovers, tandis qu'à l'inverse le soutien à des projets collaboratifs semble être préférable lorsque la recherche n'est pas suffisamment appropriable par les firmes (spillovers élevés).

L'objet de ce chapitre se décompose ainsi en trois questions principales :

- Comment les niveaux de R&D, le surplus des consommateurs et les profits des firmes sont-ils affectés lorsque les pouvoirs publics subventionnent l'effort privé de R&D ?
- La performance de cette politique de soutien financier à la recherche est-elle conditionnée par la forme d'organisation de la recherche ? Le cas échéant, quel cadre coopératif est le plus efficace ?
- Enfin, quelle efficacité de cette politique de soutien financier à la R&D privée au regard des coûts engendrés pour les finances publiques ?

Afin de répondre à cette problématique, nous commençons par présenter le cadre de jeu séquentiel à la [d'Aspremont and Jacquemin \(1988\)](#) (noté par la suite *AJ*),

ce qui nous permet d'étudier et de comparer un scénario non-coopératif en R&D (NC) avec plusieurs scénarios coopératifs. Parmi ces scénarios coopératifs, nous en retiendrons deux formes représentatives :

- (i) la coordination des efforts de R&D (noté C), que nous pouvons décliner à la manière de [Kamien et al. \(1992\)](#) (noté par la suite KMZ) selon des spillovers exogènes⁴⁸.
- (ii) Le *Laboratoire commun de recherche* ([Amir, 2000](#); [Cabon-Dhersin, 2008](#)), noté J , les entreprises choisissent un niveau commun de R&D maximisant le profit joint, où chaque firme supporte une part égale des coûts de recherche.

Dans ce cadre d'analyse, nous proposons par la suite d'intégrer un gouvernement garant de l'optimum social. Le décideur public fournit ainsi une subvention optimale aux firmes permettant de stimuler l'investissement de recherche de celles-ci (section 2). Nous procédons ensuite aux diverses comparaisons nécessaires concernant l'impact de la subvention optimale suivant les choix d'investissement non-coopératif et coopératifs des firmes (section 3-4-5). Enfin, nous développons des perspectives de recherche concernant la possibilité de financement de ces dépenses publiques à partir d'une taxe prélevée sur les profits ou sur les quantités produites (section 6).

3.1 Une recherche non-subsventionnée

Nous allons commencer par présenter le cadre standard que l'on retrouve dans la littérature sur la coopération en R&D. Nous utiliserons les éléments théoriques proposés dans l'article précurseur de [d'Aspremont and Jacquemin \(1988\)](#) distinguant les comportements non-coopératifs et coopératifs des firmes en matière de R&D. Comme précisé dans l'introduction, nous présentons deux principales formes de coopération en R&D : la coordination des efforts (scénario traité chez AJ) et la structure commune de recherche appelée le Joint Lab.

48. Pour rappel, [Kamien et al. \(1992\)](#) considèrent trois types de coopération en R&D :

- (i) Le *R&D Cartel*, situation où les firmes choisissent de coordonner leurs efforts de R&D afin de maximiser la somme des profits.
- (ii) Le *RJV Cartel*, situation similaire à la précédente restreint au cas où les firmes partagent l'entièreté de l'information, soit un degré de spillover $\beta = 1$.
- (iii) La *RJV*, cette fois-ci les firmes choisissent de ne pas coordonner leurs efforts de recherche mais décident néanmoins initialement de partager leurs résultats de recherche.

3.1.1 Scénario non-coopératif sans subvention

Nous allons considérer dans un premier temps un duopole avec deux firmes, notées $i = 1, 2$. En suivant les travaux de Dixit (1979), nous supposons que les préférences du consommateur représentatif de notre modèle suivent la fonction d'utilité suivante :

$$U(Q, m) = u(Q) + m$$

Avec m l'unité de compte du bien considéré et où le niveau total de production est donné par $Q = q_1 + q_2$. On suppose également que l'utilité tirée de la consommation de la production totale suit la fonction quadratique suivante :

$$U(Q) = aQ - \frac{Q^2}{2}$$

La fonction de demande inverse et linéaire qui en découle est :

$$P(Q) = a - Q \tag{3.1}$$

avec $Q \leq a$.

Chacune des deux firmes investit en R&D pour diminuer ses coûts de production⁴⁹ et profite par la même de la recherche de la seconde via le biais d'un spillover conditionné par β . Dans ce cas, les externalités de R&D, c'est à dire les spillovers, impliquent que chaque entreprise peut tirer bénéfice d'une partie, en proportion β , de la recherche de la concurrente sans contreparties financières, dans le prolongement direct des travaux de *AJ*. Ce paramètre β est supposé donné de manière exogène ($0 \leq \beta \leq 1$)⁵⁰. Par construction, lorsque $\beta = 0$, la R&D est totalement appropriable par la firme qui produit l'output de recherche ; à l'inverse, lorsque $\beta = 1$, on peut considérer que cet output de R&D est inappropriable et que la recherche est alors un bien public pur (cas du *Research Joint Venture (RJV)* développé précédemment).

De ce fait, nous considérons que le montant *effectif* de R&D dont peut disposer la firme i s'écrit :

$$X_i = x_i + \beta x_j, i \neq j, i, j \in \{1, 2\} \tag{3.2}$$

49. Il s'agit ainsi d'une innovation qualifiée d'*innovation de procédés* puisqu'elle n'est pas destinée à augmenter les ventes de l'entreprise mais bel et bien à diminuer le coût de production de chaque unité mise ensuite en vente sur le marché des biens.

50. De fait, nous ne retiendrons pas dans ce travail théorique l'hypothèse de spillovers endogènes comme on peut la retrouver plus particulièrement dans les travaux s'intéressant aux capacités d'absorption (Kamien and Zang, 2000; Grunfeld, 2003, 2006).

Les firmes, se trouvant par hypothèse en situation de concurrence à la Cournot, produisent un bien homogène et investissent en R&D afin de diminuer leurs coûts de production :

$$C_i(q_i, x_i, x_j) = (c - x_i - \beta x_j)q_i, i, j \in \{1, 2\} \quad (3.3)$$

Précisons que $a > c > 0$,

Par ailleurs, les efforts de R&D induisent des coûts quadratiques (vérifiant des rendements décroissants) : $\gamma_{pr}x_i^2$ avec $\gamma_{pr} > 0$. Le paramètre γ_{pr} est une mesure d'efficacité de la technologie de R&D propre à l'activité privée de recherche. Dans ce cas, plus γ_{pr} est élevé, plus l'effort de recherche est coûteux pour la firme. Par conséquent, en dépensant $\gamma_{pr}x_i^2$ en R&D⁵¹, la firme obtient un output de R&D d'un montant x_i , lui permettant ainsi de réduire son coût unitaire de production. L'entreprise peut également profiter de la recherche de sa rivale d'un montant βx_j , ce qui peut s'apparenter à la fuite technologique ou dit autrement au spillover.

La fonction de profit de chaque entité s'écrit :

$$\pi_i(q_i, q_j, x_i, x_j) = P(Q)q_i - C_i(q_i, x_i, x_j) - \gamma_{pr}x_i^2 \quad (3.4)$$

Nous distinguons deux étapes dans ce jeu :

- 1ère étape : les entreprises décident simultanément de leur niveau d'investissement en R&D.
- 2ème étape : elles choisissent chacune leur niveau de production pour des niveaux de R&D donnés selon une concurrence à la Cournot.

Le jeu est résolu par récurrence arrière et conduit à obtenir l'équilibre parfait de Nash en sous-jeu.

3.1.1.1 Quantités optimales

Par récurrence arrière, chaque firme choisit la quantité qui maximise sa fonction objectif en prenant la quantité de l'autre comme donnée. Ceci revient, pour les

51. Contrairement au modèle de coopération à la d'Aspremont and Jacquemin (1988), Kamien et al. (1992) considèrent des rendements décroissants de recherche dans la prise en compte des externalités de connaissances. Ces modèles ont été comparés de nombreuses fois, il en découle que la modélisation à la AJ améliorent nettement les résultats d'équilibre et soit de fait plus efficace que la modélisation à la KZM. Pour autant, le fait de conserver la modélisation à la AJ ne change en rien les conclusions que nous ferons ici tout en ayant l'avantage de faciliter les résultats. Il est d'ailleurs possible de passer facilement d'un modèle à l'autre en remplaçant γ_{pr} par $(1 + \beta)\gamma_{pr}$ dans la fonction de profit, comme le prouvent Amir (2000) et Hinlopen (2000a).

firmes, à déterminer la quantité optimale à produire en fonction de celle de la firme rivale et conditionnellement aux dépenses de R&D.

Les conditions de premier ordre (CPO) sont données par ⁵² :

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial q_i}(q_i, q_j, x_i, x_j) = 0$$

On obtient dès lors les deux égalités suivantes :

$$a - q_1 - q_2 - q_1 - c + x_1 + \beta x_2 = 0$$

$$a - q_2 - q_1 - q_2 - c + x_2 + \beta x_1 = 0$$

Soit, par remplacement, les niveaux de production à l'équilibre s'établissent comme suit :

$$q_i = \frac{A + (2 - \beta)x_i + (2\beta - 1)x_j}{3} \quad (3.5)$$

On notera pour la suite de ce travail que $A = (a - c)$, ce qui caractérise la taille du marché. En reprenant la fonction de profit, 3.4, tout en y intégrant les quantités obtenues précédemment, 3.5, il en découle la fonction de profit à la fin de cette première étape :

$$\pi_i(x_i, x_j) = \frac{1}{9} (A + (2 - \beta)x_i + (2\beta - 1)x_j)^2 - \gamma_{pr}x_i^2 = q_i^2 - \gamma_{pr}x_i^2 \quad (3.6)$$

3.1.1.2 Niveaux de R&D

A partir de cette équation de profit obtenue à la fin de l'étape précédente, chaque firme va désormais déterminer son niveau d'investissement en R&D, respectivement x_1 et x_2 , maximisant les profits respectifs. Pour cela il nous faut résoudre :

$$\frac{\partial \pi_i(x_i, x_j)}{\partial x_i} = 0$$

D'où :

$$\frac{2}{9}(2 - \beta) (A + (2 - \beta)x_i + (2\beta - 1)x_j) - 2\gamma_{pr}x_i = 0$$

Il en découle une solution unique et symétrique ⁵³, étant donné que les firmes

52. Les Conditions de Second-Ordre (CSO) sont satisfaites pour $9\gamma_{pr} > (2 - \beta)^2$.

53. La CSO $9\gamma_{pr} > (2 - \beta)^2$ est toujours vérifiée.

adoptent le même comportement à l'équilibre, c'est à dire $x_i = x_j = x^{NC}$ ⁵⁴ :

$$\left(9\gamma_{pr} - (2 - \beta)^2 - (2 - \beta)(2\beta - 1)\right) x^{NC} = (2 - \beta)A$$

Ainsi :

$$x^{NC} = \frac{(2 - \beta)}{9\gamma_{pr} - (2 - \beta)(1 + \beta)} A \quad (3.7)$$

3.1.1.3 Résultats d'équilibre de Nash Parfait en sous-jeu (*ENPS*)

Par remplacement, il en découle l'ENPS suivant :

$$XT^{NC} = 2x^{NC} = \frac{2(2 - \beta)}{9\gamma_{pr} - (2 - \beta)(1 + \beta)} A \quad (3.8)$$

$$Q^{NC} = \frac{6\gamma_{pr}}{9\gamma_{pr} - (2 - \beta)(1 + \beta)} A \quad (3.9)$$

On en tire le profit individuel de la firme à l'équilibre :

$$\pi^{NC} = (q^{NC})^2 - \gamma_{pr}(x^{NC})^2 = \frac{\gamma_{pr}(9\gamma_{pr} - (2 - \beta)^2)}{(9\gamma_{pr} - (2 - \beta)(1 + \beta))^2} A^2 \quad (3.10)$$

Par ailleurs, on définit la fonction de bien-être comme la somme des surplus des consommateurs et des producteurs :

$$SW = \underbrace{\frac{Q^2}{2}}_{\text{Surplus des consommateurs}} + \underbrace{(\pi_1 + \pi_2)}_{\text{Surplus des producteurs}}$$

Ce qui peut s'écrire à l'équilibre :

$$SW^{NC} = 4(q^{NC})^2 - 2\gamma_{pr}(x^{NC})^2$$

Soit à partir des résultats d'équilibre q^{NC} et x^{NC} un niveau de bien-être social :

54. Nous vérifions également, pour l'ensemble des scénarios présentés dans cette thèse, la condition de stabilité. Pour plus d'explications, voir les travaux de [Leahy and Neary \(1997\)](#) et [Hinloopen \(2015\)](#).

$$SW^{NC} = \frac{2\gamma_{pr}(18\gamma_{pr} - (2 - \beta)^2)}{(9\gamma_{pr} - (2 - \beta)(1 + \beta))^2} A^2 \quad (3.11)$$

3.1.2 Scénario coopératif sans subvention

Nous reprenons le cadre d'un jeu à deux étapes dans lequel :

- dans une première étape, les firmes décident de leurs niveaux de R&D de manière à maximiser le profit joint (soit en considérant la simple coordination des efforts de R&D sans partage de coût, soit en considérant le partage total des résultats et des coûts de la recherche, c'est à dire pour $\beta = 1$),
- dans une deuxième étape, elles se concurrencent à la Cournot.

3.1.2.1 La coordination des efforts

Dans ce scénario, l'étape de production ne change pas par rapport au cas non-coopératif développé précédemment. L'unique changement porte sur l'étape de R&D. Lors de cette seconde étape, les firmes choisissent en effet désormais un niveau de recherche qui maximise la somme des profits :

$$\Pi^C = \sum_{i=1}^2 \left\{ (a - q_i - q_j)q_i - (c - x_i - \beta x_j)q_i - \gamma_{pr}x_i^2 \right\} \quad (3.12)$$

En considérant une solution symétrique $x^C = x_i = x_j$, on obtient à partir des conditions de premier ordre la solution d'équilibre unique répondant à la coordination des efforts de R&D ⁵⁵ :

$$x^C = \frac{1 + \beta}{9\gamma_{pr} - (1 + \beta)^2} A \quad (3.13)$$

Il en découle l'ENPS suivant :

$$XT^C = 2x^C = \frac{2(1 + \beta)}{9\gamma_{pr} - (2 - \beta)(1 + \beta)} A \quad (3.14)$$

$$Q^C = \frac{6\gamma_{pr}}{9\gamma_{pr} - (1 + \beta)^2} A \quad (3.15)$$

55. La CSO est toujours vérifiée : $9\gamma_{pr} > (1 + \beta)^2$.

$$\pi^C = (q^C)^2 - \gamma_{pr}(x^C)^2 = \frac{\gamma_{pr}}{9\gamma_{pr} - (1 + \beta)^2} A^2 \quad (3.16)$$

On en déduit le bien-être social :

$$SW^C = 4(q^C)^2 - 2\gamma_{pr}(x^C)^2 = \frac{2\gamma_{pr}(18\gamma_{pr} - (1 + \beta)^2)}{(9\gamma_{pr} - (1 + \beta)^2)^2} A^2 \quad (3.17)$$

3.1.2.2 Le "laboratoire commun" (Joint lab, J)

Considérons toujours le cas d'un duopole avec deux entreprises, notées $i = 1, 2$. Ces deux firmes coopèrent cette fois en partageant complètement les résultats de leur recherche ($\beta = 1$) et l'externalité technologique est ainsi internalisée dans sa totalité au sein de la structure commune de recherche⁵⁶. A la suite de Amir (2000) et Cabon-Dhersin (2008), nous considérons que la spécificité du Joint Lab est le partage égal des coûts de recherche. Concernant le niveau de production, la situation ne change pas du duopole de Cournot classique hormis pour la détermination du niveau de recherche.

Par ailleurs, le niveau *effectif* de R&D ne se compose désormais plus que du seul output commun de recherche, X , étant donnée l'intégration totale du spillover. Dans les faits, chaque entreprise supporte un coût de recherche d'un montant $\gamma_{pr} \frac{X^2}{2}$ afin d'obtenir un niveau de recherche X puisque par définition $\beta = 1$. Il en découle une nouvelle fonction de coût de production :

$$C_i(q_i, X) = (c - X)q_i$$

Les autres hypothèses restant inchangées, la fonction de profit s'écrit :

$$\pi_i^J = (a - q_i - q_j)q_i - (c - X)q_i - \gamma_{pr} \frac{X^2}{2} \quad (3.18)$$

Nous pouvons calculer les quantités produites optimales en fonction du niveau commun de recherche :

$$\frac{\partial \pi_i^J}{\partial q_i} = 0$$

56. L'exemple illustratif de ce *laboratoire commun* reste la création d'une structure commune de recherche dans le secteur de l'informatique par IBM, Toshiba et Siemens en 1993 (Geroski, 1993).

On obtient dès lors les 2 égalités suivantes :

$$a - q_1 - q_2 - q_1 - c + X = 0$$

$$a - q_2 - q_1 - q_2 - c + X = 0$$

Soit, par remplacement, les niveaux de production à l'équilibre :

$$q_i^J = \frac{A + X}{3} \quad (3.19)$$

En reprenant la fonction de profit initiale, 3.18, tout en y intégrant les quantités obtenues précédemment, 3.19, il en découle le profit à la fin de cette première étape :

$$\pi_i^J = \frac{1}{9}(A + X)^2 - \gamma_{pr} \frac{X^2}{2} \quad (3.20)$$

A partir de cette équation de profit, les deux firmes vont pouvoir décider de leur niveau joint de R&D à savoir, comme précisé antérieurement, celui qui maximise le profit joint. Ce dernier, noté Π s'écrit :

$$\Pi^J = \pi_i^J + \pi_j^J = \frac{2}{9}(A + X)^2 - \gamma_{pr} X^2 \quad (3.21)$$

On peut dès lors calculer le niveau de R&D commun à l'équilibre à partir de la condition de premier ordre :

$$\frac{\partial \Pi^J(X)}{\partial X} = 0$$

C'est à dire :

$$\frac{4}{9}(A + X) - 2\gamma_{pr}X = 0$$

Il en découle une solution unique⁵⁷ :

$$X^J = \frac{2}{9\gamma_{pr} - 2}A \quad (3.22)$$

Il nous reste dès lors à en déduire les résultats à l'équilibre de Nash parfait en sous-jeu :

57. La CSO est toujours vérifiée : $\gamma_{pr} > \frac{2}{9}$.

	NC	C	J
x	$\frac{(2-\beta)}{X}A$	$\frac{(1+\beta)}{Y}A$	$\frac{1}{9\gamma_{pr}-2}A$
XT	$\frac{2(2-\beta)}{X}A$	$\frac{2(1+\beta)}{Y}A$	$\frac{2}{9\gamma_{pr}-2}A$
Q	$\frac{6\gamma_{pr}}{X}A$	$\frac{6\gamma_{pr}}{Y}A$	$\frac{6\gamma_{pr}}{9\gamma_{pr}-2}A$
π	$\frac{\gamma_{pr}(9\gamma_{pr}-(2-\beta)^2)}{X^2}A^2$	$\frac{\gamma_{pr}}{Y}A^2$	$\frac{\gamma_{pr}}{9\gamma_{pr}-2}A^2$
SW	$\frac{2\gamma_{pr}(18\gamma_{pr}-(2-\beta)^2)}{X^2}A^2$	$\frac{2\gamma_{pr}(18\gamma_{pr}-(1+\beta)^2)}{Y^2}A^2$	$\frac{4\gamma_{pr}(9\gamma_{pr}-1)}{(9\gamma_{pr}-2)^2}A^2$

Table 3.1 – Output individuel de R&D, output total de R&D, surplus des consommateurs, profit individuel, surplus total.

$$A = (a - c), \quad X = 9\gamma_{pr} - (2 - \beta)(1 + \beta), \quad Y = 9\gamma_{pr} - (1 + \beta)^2$$

$$XT^J = X^J = \frac{2}{9\gamma_{pr} - 2}A \quad (3.23)$$

$$Q^J = q_1^J + q_2^J = \frac{6\gamma_{pr}}{9\gamma_{pr} - 2}A \quad (3.24)$$

$$\Pi^J = \frac{2\gamma_{pr}}{9\gamma_{pr} - 2}A^2 \quad (3.25)$$

$$\pi^J = \frac{\gamma_{pr}}{9\gamma_{pr} - 2}A^2 \quad (3.26)$$

$$SW^J = \frac{(Q^J)^2}{2} + \Pi^J = \frac{4\gamma_{pr}(9\gamma_{pr} - 1)}{(9\gamma_{pr} - 2)^2}A^2 \quad (3.27)$$

3.1.3 Comparaison des scénarios de R&D non-subventionnée

Nous pouvons maintenant comparer les scénarios coopératifs et non-coopératif. Le tableau 3.1 récapitule les différents résultats d'équilibre obtenus précédemment. Nous retrouvons les résultats déjà connus que nous allons pouvoir confronter dans la suite de notre travail aux résultats obtenus dans un cadre d'analyse mêlant coopération en R&D et politiques de soutien à l'innovation.

Nous en tirons la proposition suivante illustrée par la figure 3.2.

Proposition 3.1. *Sans politique de soutien à la R&D,*

$$\begin{aligned}
 1. & \left\{ \begin{array}{l} x^C \geq (\leq) x^{NC} \quad si \quad \beta \geq (\leq) 0.5 \\ x^J \leq (\geq) x^C \quad si \quad \beta \geq (\leq) \bar{\beta}_0 \\ x^J \leq x^{NC} \quad \forall \beta \in]0, 1] \end{array} \right. \\
 2. & \left\{ \begin{array}{l} Q^C \geq (\leq) Q^{NC} \quad si \quad \beta \geq (\leq) 0.5 \\ Q^J \leq (\geq) Q^C \quad si \quad \beta \geq (\leq) 0.41 \\ Q^J \leq Q^{NC} \quad \forall \beta \in]0, 1] \end{array} \right. \\
 3. & \left\{ \begin{array}{l} \pi^C \geq (\leq) \pi^{NC} \quad si \quad \beta \geq (\leq) 0.5 \\ \pi^J \leq (\geq) \pi^C \quad si \quad \beta \geq (\leq) 0.41 \\ \pi^J \leq (\geq) \pi^{NC} \quad si \quad \beta \geq (\leq) \bar{\beta}_1 \end{array} \right. \\
 4. & \left\{ \begin{array}{l} SW^C \geq (\leq) SW^{NC} \quad si \quad \beta \geq (\leq) 0.5 \\ SW^J \leq (\geq) SW^C \quad si \quad \beta \geq (\leq) 0.41 \\ SW^J \leq (\geq) SW^{NC} \quad si \quad \beta \geq (\leq) \bar{\beta}_2 \end{array} \right. \\
 & \text{avec } \bar{\beta}_0, \bar{\beta}_1 \text{ et } \bar{\beta}_2 \in]0, 0.5[
 \end{aligned}$$

Preuves : voir [I.1.A.](#)

Lorsque le degré d'appropriation est élevé (spillovers faibles), les firmes peuvent être incitées à organiser leur R&D dans le cadre d'un laboratoire commun. Il est alors avantageux en termes de profit d'échanger leurs connaissances tout en partageant leur coût de recherche. Du point de vue du bien-être global, cela peut-être également bénéfique comparativement à la non-coopération et à la coordination des efforts, même si du point de vue des niveaux de R&D, le laboratoire commun est peu "performant". En effet on peut constater qu'au-delà d'un niveau de spillovers égal à $\frac{\sqrt{81\gamma_{pr}^2 + 4} - 9\gamma_{pr}}{2}$ (soit $\beta = 0.11$ pour $\gamma_{pr} = 1$), la coordination des efforts entre les firmes permet d'engendrer des investissements plus importants et la non-coopération conduit à des niveaux de R&D toujours plus importants (sauf pour $\beta = 1$).

Comparativement au laboratoire commun et à la non-coopération, les avantages de la coordination des efforts (déjà étudiés dans de nombreux travaux) apparaissent au delà d'un degré seuil de spillovers égal à 0.5. Dans le cadre non-coopératif, les efforts de R&D diminuent toujours avec le niveau de spillovers ; ceci s'explique par l'effet "free-riding" : la présence d'externalités technologiques dissuadent les firmes à investir en R&D. L'effet inverse est observé lorsque les firmes coordonnent leurs efforts de recherche. Par construction, le laboratoire commun ne dépend pour sa part pas du niveau de spillovers car l'effort de recherche est complètement partagé. Cette structure procure des profits particulièrement attractifs comparativement aux deux

autres lorsque le niveau de spillovers est faible. Ce niveau élevé de profit fait plus que compenser la perte de surplus pour le consommateur au niveau du bien-être total, ce qui implique que pour des niveaux faibles de spillovers le laboratoire commun aboutisse à un meilleur niveau de bien-être pour la société.

Nous en concluons toutefois que le laboratoire commun ne permet pas de résoudre les problèmes d'appropriation des connaissances technologiques. Bien que les firmes partagent leurs connaissances via leur recherche commune, le partage des coûts réduit l'incitation à investir. Le gain associé à cette réduction des coûts de recherche conduit les firmes à diminuer leurs investissements de recherche nécessaires à la réduction des coûts de production.

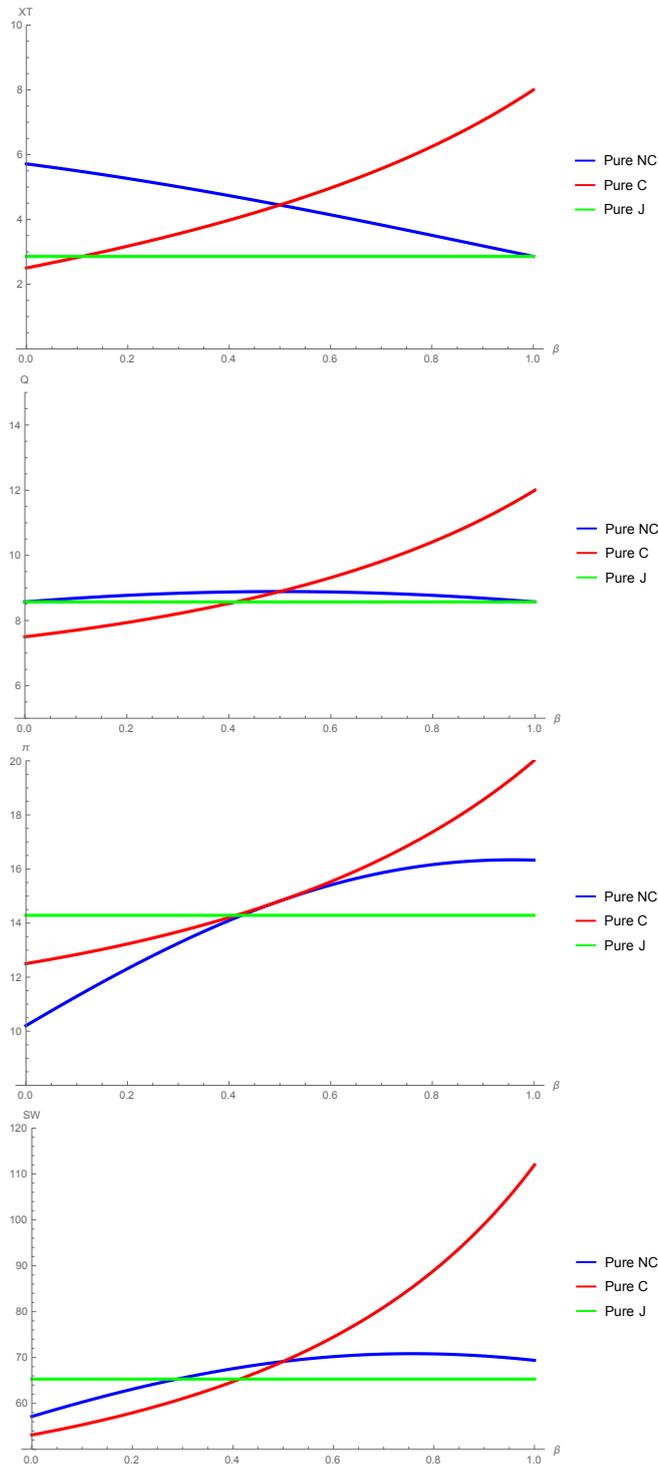


Figure 3.2 – Output total de R&D, surplus des consommateurs, profit individuel et surplus total (avec $\gamma_{pr} = 1$).

3.2 Une recherche subventionnée (SPR)

Afin de pallier aux défaillances d'innovation dûes à la présence d'externalités technologiques, nous allons désormais tenir compte de l'intervention des décideurs publics. C'est dans cette optique que le gouvernement peut choisir d'accorder une subvention uniforme fonction de l'investissement en R&D des firmes. Cette façon de considérer la subvention est traitée chez [Atallah \(2014\)](#), toutefois à la différence de ce dernier, nous ne conditionnons pas le versement de cette subvention à la réussite du projet (cf chapitre 1 section 3).

Dans les faits, le crédit d'impôt recherche est versé aux entreprises privées en proportion des dépenses en R&D déjà engagées et éligibles avant que le projet ne soit abouti. De plus, cette hypothèse fait sens puisque par construction, les entreprises choisissent d'engager des dépenses dans un processus de R&D sans avoir la certitude que ces projets seront couronnés de succès. Ainsi, en ne conditionnant pas à la réussite du projet l'attribution de la subvention, l'Etat permet de réduire le coût d'un échec potentiel et permet d'en augmenter la rentabilité anticipée.

Enfin, comme nous l'avions expliqué dans la section destinée aux subventions directes en début de thèse, une subvention à la R&D conditionnée, nécessiterait un choix de la part des décideurs publics nous ramenant aux limites liées aux comportements opportunistes des firmes et à la *Cherry Picking Strategy* des décideurs publics. Ce qui se traduit dans notre modèle par $S(x_i) = s \cdot \gamma_{pr} x_i^2$, chaque firme perçoit ainsi une subvention d'un montant s pour chaque unité investie en recherche.

3.2.1 Le scénario non-coopératif avec subvention

Le jeu se décompose alors en 3 étapes :

- 1ère étape : L'Etat décide du niveau de subvention à accorder à partir des efforts de R&D et du niveau de production. Il conserve pour ce faire l'objectif de maximisation du niveau de bien-être total.
- 2ème étape : Les firmes choisissent chacune leur niveau optimal de R&D pour un niveau de production donné de la firme rivale.
- 3ème étape : Elles décident enfin du niveau de production qui maximisent leur profit individuel. La concurrence dans cette étape de production se place dans le cadre d'une concurrence *à la Cournot*, c'est-à-dire en fonction des quantités.

Dans le cadre de ce jeu à 3 étapes, la fonction de profit s'écrit :

$$\pi_i(q_i, q_j, x_i, x_j) = P(Q)q_i - C_i(q_i, x_i, x_j) + s \cdot \gamma_{pr} x_i^2 - \gamma_{pr} x_i^2$$

Ce qui peut également s'écrire comme suit :

$$\pi_i(q_i, q_j, x_i, x_j) = P(Q)q_i - C_i(q_i, x_i, x_j) - (1 - s)\gamma_{pr} x_i^2 \quad (3.28)$$

Nous pouvons en déduire directement les résultats d'équilibre selon le principe de récurrence arrière dans le jeu à deux étapes précédemment traité⁵⁸.

$$x_{spr}^{NC} = \frac{(2 - \beta)}{9\gamma_{pr}(1 - s) - (2 - \beta)(1 + \beta)} A \quad (3.29)$$

$$q_{spr}^{NC} = \frac{3\gamma_{pr}(1 - s)}{9\gamma_{pr}(1 - s) - (2 - \beta)(1 + \beta)} A \quad (3.30)$$

Notons que lorsque les conditions locales de stabilité sont respectées, les dénominateurs sont positifs⁵⁹. Il est d'ores et déjà aisé de constater que la subvention a un impact positif sur l'effort de R&D de la firme ainsi que sur le surplus du consommateur :

$$\frac{\partial x_{spr}^{NC}}{\partial s^{NC}} > 0 \quad \text{et} \quad \frac{\partial q_{spr}^{NC}}{\partial s^{NC}} > 0$$

A partir de la fonction de bien-être suivante, nous pouvons déterminer le niveau optimal de subvention accordé par l'Etat, ce dernier s'écrit :

$$SW_{spr}^{NC} = \underbrace{\frac{(Q_{spr}^{NC})^2}{2}}_{\text{Surplus des consommateurs}} + \underbrace{2\pi_{spr}^{NC}}_{\text{Surplus des producteurs}} - \underbrace{2 \cdot s^{NC} \gamma_{pr} (x_{spr}^{NC})^2}_{\text{Coût financier de la politique SPR}}$$

Ce qui peut s'écrire également à l'équilibre :

$$SW_{spr}^{NC} = 4(q_{spr}^{NC})^2 - 2\gamma_{pr}(x_{spr}^{NC})^2$$

Le niveau de subvention optimal du point de vue du bien-être global est donné par :

$$\frac{\partial SW_s^{NC}}{\partial s} = 0$$

58. Les CSO sont vérifiées pour $9\gamma_{pr}(1 - s) > (2 - \beta)^2$.

59. Pour plus d'informations se reporter aux travaux de [Hinloopen \(2015\)](#).

Il en découle l'équation suivante⁶⁰ :

$$\frac{\partial SW_{spr}^{NC}}{\partial s} = 8q_{spr}^{NC} \frac{\partial q_{spr}^{NC}}{\partial s} - 4\gamma_{pr} x_{spr}^{NC} \frac{\partial x_{spr}^{NC}}{\partial s} = 0$$

Soit :

$$\frac{4\gamma_{pr}^2 A^2}{(9\gamma_{pr}(1-s) - (2-\beta)(1+\beta))^3} [18(2-\beta)(1+\beta)(1-s) - 9(2-\beta)^2] = 0$$

D'où

$$2(1+\beta)(1-s) = (2-\beta)$$

Ainsi, la subvention optimale se situe au niveau suivant :

$$s_{spr}^{NC} = \frac{3\beta}{2(1+\beta)} \quad (3.31)$$

Il en découle par remplacement l'*ENPS* suivant :

$$x_{spr}^{NC} = \frac{2(1+\beta)}{9\gamma_{pr} - 2(1+\beta)^2} A \geq x^{NC} \quad \forall \beta \quad (3.32)$$

$$XT_{spr}^{NC} = 2x_{spr}^{NC} = \frac{4(1+\beta)}{9\gamma_{pr} - 2(1+\beta)^2} A$$

$$Q_{spr}^{NC} = \frac{6\gamma_{pr}}{9\gamma_{pr} - 2(1+\beta)^2} A \geq Q^{NC} \quad \forall \beta \quad (3.33)$$

$$\pi_{spr}^{NC} = (q_{spr}^{NC})^2 - \gamma_{pr}(1-s)(x_{spr}^{NC})^2 = \frac{\gamma_{pr}(9\gamma_{pr} - 2(2-\beta)(1+\beta))}{(9\gamma_{pr} - 2(1+\beta)^2)^2} A^2 \geq \pi^{NC} \quad \forall \beta \quad (3.34)$$

$$SW_{spr}^{NC} = 4(q_{spr}^{NC})^2 - 2\gamma_{pr}(1-s)(x_{spr}^{NC})^2 = \frac{4\gamma_{pr}}{9\gamma_{pr} - 2(1+\beta)^2} A^2 \geq SW^{NC} \quad \forall \beta \quad (3.35)$$

Clairement, la subvention accordée au secteur privé dans le but de pallier la défaillance de marché induit bien une augmentation du niveau de R&D, des quantités produites, du profit et du bien-être. Pour un niveau de spillover nul, l'effet s'annule

60. La CSO est respectée.

et l'on retrouve les niveaux d'équilibre des résultats du scénario non-coopératif non-subventionné.

Dans un dernier temps, calculons le coût social d'une telle politique de soutien à la R&D des firmes⁶¹ (SC_{spr}^{NC}) :

$$SC_{spr}^{NC} = 2 \cdot s_{spr}^{NC} \cdot \gamma_{pr} \cdot (x_{spr}^{NC})^2 = \frac{12\beta\gamma_{pr}(1+\beta)}{(9\gamma_{pr} - 2(1+\beta))^2} A^2$$

Il ne nous reste plus qu'à déterminer l'effet de levier ($Ef f_{spr}^{NC}$) d'une unité de dépense publique supplémentaire sur le niveau de bien-être⁶². Il s'agit alors de déterminer l'effet marginal de la politique publique de subvention à la recherche privée sur la variable objective qui est le bien-être social. Il se détermine par le rapport de la variation du surplus total, générée par l'application de cette politique SPR , et du coût social de cette politique :

$$Ef f_{spr}^{NC} = \frac{SW_{spr}^{NC} - SW^{NC}}{SC_{spr}^{NC}} = \frac{13.5\beta\gamma_{pr}(9\gamma_{pr} - 2(1+\beta)^2)}{(1+\beta)(9\gamma_{pr} - (2-\beta)(1+\beta))^2}$$

3.2.2 Le scénario coopératif avec subvention

L'idée de cette section est dès lors de mêler subvention publique à la recherche privée et incitations à la coopération en R&D, c'est-à-dire de subventionner l'effort coopératif. Nous pourrions ainsi comparer les résultats de la politique SPR vis-à-vis de la situation de référence, à savoir les scénarios non-coopératif et coopératifs sans subvention, présentés précédemment, afin de déterminer quel scénario permet de mieux stimuler la recherche privée et d'améliorer le bien-être social. Comme précédemment, nous distinguerons deux cas : la coordination des efforts de recherche entre les firmes et le laboratoire commun.

Afin de considérer la subvention à la recherche, nous allons reprendre le cadre d'un jeu à trois étapes dans lequel :

- dans une première étape, l'Etat décide du montant de la subvention s en maximisant le niveau de bien-être SW ,
- dans une seconde étape, les firmes décident de leurs niveaux de R&D, x , de manière coopérative en maximisant les profits joints,
- dans une dernière étape, elles se concurrencent en quantités et décident leur niveau de production q qui maximise le profit individuel.

61. Notée SPR pour subvention à la R&D privée

62. de Heide and Kothiyal (2011) définissent l'efficacité comme la capacité de changer les comportements d'investissement en R&D des firmes, en comparaison du coût induit par l'intervention publique.

3.2.2.1 La coordination des efforts avec subvention

Nous allons considérer ici que l'effort de coopération en R&D est supporté par une subvention unitaire d'un montant s comme pour le scénario non-coopératif. L'étape de production étant la même que dans les cas précédents, nous pouvons directement débiter par la résolution de la deuxième étape : la maximisation des profits joints par rapport à l'output de R&D en tenant compte de la subvention :

$$Max_{x_i} \Pi^C = \sum_{i=1}^2 \left\{ (a - q_i - q_j)q_i - (c - x_i - \beta x_j)q_i - (1 - s)\gamma_{pr}x_i^2 \right\} \quad (3.36)$$

En considérant une solution symétrique $x_{spr}^C = x_i = x_j$, on obtient à partir des conditions de premier ordre la solution d'équilibre unique répondant à la coordination des efforts de R&D⁶³ en fonction de s :

$$x_{spr}^C = \frac{(1 + \beta)}{9\gamma_{pr}(1 - s) - (1 + \beta)^2} A \quad (3.37)$$

On en déduit la quantité totale produite sur le marché toujours en fonction de s :

$$q_{spr}^C = \frac{3\gamma_{pr}(1 - s)}{9\gamma_{pr}(1 - s) - (1 + \beta)^2} A \quad (3.38)$$

Il est facile ici de voir que :

$$\frac{\partial x_{spr}^C}{\partial s} > 0 \quad \text{et} \quad \frac{\partial q_{spr}^C}{\partial s} > 0$$

$$\frac{\partial x_{spr}^C}{\partial s} > \frac{\partial x_{spr}^{NC}}{\partial s} \quad \text{si et seulement si} \quad \beta > 0.5$$

La subvention a donc une incitation positive sur le niveau de R&D de la firme ainsi que sur le surplus du consommateur. Mais également, on peut montrer que cet impact positif de la subvention sur l'output de recherche des firmes privées est plus élevé pour des projets coopératifs pour peu que les spillovers soient suffisamment élevés ($\beta > 0.5$). A l'inverse, en ce qui concerne les technologies dont les résultats sont plus facilement appropriables ($\beta < 0.5$), les projets non collaboratifs sont plus impactés par la subvention publique. Dit autrement, la subvention accroît la profitabilité de la coopération en R&D lorsque le degré de spillover augmente.

63. La CSO est vérifiée : $9(1 - s)\gamma_{pr} > (1 + \beta)^2$.

Passons dès lors à la seconde étape de résolution du jeu. Pour ce faire, il nous faut déterminer l'équation de la fonction de bien-être :

$$SW_{spr}^C = \frac{(Q_{spr}^C)^2}{2} + 2\pi_{spr}^C - 2s\gamma_{pr}(x_s^C)^2 = 4(q_{spr}^C)^2 - 2(x_{spr}^C)^2$$

La maximisation du bien-être donne alors⁶⁴ :

$$\frac{\partial SW_{spr}^C}{\partial s} = 8\frac{\partial q_{spr}^C}{\partial s}q_{spr}^C - 4\gamma_{pr}\frac{\partial x_{spr}^C}{\partial s}x_{spr}^C = 0$$

On en tire :

$$\frac{4\gamma_{pr}^2 A^2}{(9\gamma_{pr}(1-s) - (1+\beta)^2)^3} (18(1+\beta)^2(1-s) - 9(1+\beta)^2) = 0$$

Il en découle le montant optimal de la subvention :

$$s_{spr}^C = \frac{1}{2} \quad (3.39)$$

On en déduit par remplacement l'*EPNS* :

$$x_{spr}^C = \frac{2(1+\beta)}{9\gamma_{pr} - 2(1+\beta)^2} A = x_s^{NC} > x^C, \quad \forall \beta \quad (3.40)$$

$$XT_{spr}^C = 2x^C = \frac{4(1+\beta)}{9\gamma_{pr} - 2(1+\beta)^2} A$$

$$Q_{spr}^C = \frac{6\gamma_{pr}}{9\gamma_{pr} - 2(1+\beta)^2} A = Q_s^{NC} > Q^C, \quad \forall \beta \quad (3.41)$$

$$\pi_{spr}^C = (q_{spr}^C)^2 - \gamma_{pr}(1-s)(x_{spr}^C)^2 = \frac{\gamma_{pr}}{9\gamma_{pr} - 2(1+\beta)^2} A^2 > \pi^C, \quad \forall \beta \quad (3.42)$$

$$SW_{spr}^C = 4(q_{spr}^C)^2 - 2(x_{spr}^C)^2 = \frac{4\gamma_{pr}}{9\gamma_{pr} - 2(1+\beta)^2} A^2 > SW^C, \quad \forall \beta \quad (3.43)$$

Comparativement au cas coopératif sans subvention, la subvention accordée aux firmes coordonnant leurs efforts de recherche, améliore tous les résultats : outputs de R&D, surplus des consommateurs et des producteurs ainsi que par construction le bien-être global.

64. La CSO est toujours vérifiée : $-9(1+\beta)^2 < 0$.

Il nous reste enfin à déterminer le coût social de la politique de soutien à la recherche (SC_{spr}^C). Puis dans un second temps, nous pourrions calculer l'effet de levier de cette politique ($Ef f_{spr}^C$).

$$SC_{spr}^C = 2 \cdot s_{spr}^C \cdot \gamma_{pr} \cdot (x_{spr}^C)^2 = \frac{4\gamma_{pr}(1 + \beta)^2}{(9\gamma_{pr} - 2(1 + \beta)^2)^2} A^2$$

Et par construction, il en découle

$$Ef f_{spr}^C = \frac{SW_{spr}^C - SW^C}{SC_{spr}^C} = \frac{4,5\gamma_{pr}(9\gamma_{pr} - 2(1 + \beta)^2)}{(9\gamma_{pr} - (1 + \beta)^2)^2}$$

3.2.2.2 Le laboratoire commun (Joint Lab) avec subvention

Pour rappel, nous nous situons dans le cadre du "laboratoire commun", mais à la différence de la situation non-subsventionnée, nous allons pouvoir étudier les incitations des entreprises privées du secteur de la R&D à participer à des projets collaboratifs de R&D en considérant la subvention du Joint lab. L'Etat décide ainsi de soutenir la R&D des firmes collaborant au sein d'un laboratoire commun en allouant une subvention fonction de l'effort de recherche commun, $S_{spr}^J = s\gamma_{pr}(X_{spr}^J)^2$. Les dépenses de recherche étant entreprises par le laboratoire commun, la subvention est versée pour l'effort commun de recherche et sera séparée à *part égale* entre les différents membres composants le laboratoire, ici les deux firmes.

Il en découle une nouvelle fonction de profit :

$$\pi_{spr}^J = (a - Q)q_i - (c - X)q_i - (1 - s)\gamma_{pr} \frac{X^2}{2} \quad (3.44)$$

La prise en compte d'une subvention modifie également la fonction de bien-être :

$$SW_{spr}^J = \frac{Q^2}{2} + \Pi_{spr}^J - s \cdot \gamma_{pr} X^2 \quad (3.45)$$

Dès lors, nous pouvons en déduire directement les résultats d'équilibre selon le principe de récurrence arrière dans le jeu à deux étapes précédemment traité.

$$X_{spr}^J = \frac{2}{9\gamma_{pr}(1 - s) - 2} A \quad (3.46)$$

$$q_{spr}^J = \frac{3\gamma_{pr}(1 - s)}{9\gamma_{pr}(1 - s) - 2} (A) \quad (3.47)$$

On constate facilement que :

$$\frac{\partial x_s^J}{\partial s} > 0 \quad \text{et} \quad \frac{\partial q_s^J}{\partial s} > 0$$

Comme dans les deux scénarios précédents, l'impact de la subvention sur les niveaux de R&D et de production est positif. Si l'on compare les effets marginaux $(\frac{\partial x_{spr}^J}{\partial s}, \frac{\partial x_{spr}^C}{\partial s}, \frac{\partial x_{spr}^{NC}}{\partial s})$, la subvention est moins efficace sur l'effort de R&D dans le cadre d'un laboratoire commun comparativement à la non-coopération et à la coordination des efforts de R&D.

Il en découle la fonction de bien-être suivante, nous permettant de calculer le niveau de subvention optimale fixé par l'Etat.

$$SW_{spr}^J = \frac{(Q_s^J)^2}{2} + 2\pi_{spr}^J - s\gamma_{pr}(X_{spr}^J)^2 = 4(q_{spr}^J)^2 - \gamma_{pr}(X_{spr}^J)^2$$

Là encore, le bien-être social ne va pas dépendre directement de la subvention car ce financement qui apparaît dans le niveau de profit est déduit dans le niveau de la fonction de bien-être. Dès lors, l'impact financier d'une telle politique de soutien à la R&D privée prend la forme d'un jeu à somme nulle puisque son coût social s'égalise au bénéfice direct qu'en tire les firmes. Bien entendu, la subvention va intervenir indirectement via les quantités produites et le niveau de recherche des firmes.

La maximisation du bien-être donne⁶⁵

$$\frac{\partial SW_{spr}^J}{\partial s} = 8q_{spr}^J \frac{\partial q_{spr}^J}{\partial s} - 2\gamma_{pr}X_{spr}^J \frac{\partial X_{spr}^J}{\partial s} = 0$$

Il en découle l'égalité suivante :

$$72\gamma_{pr}^2(1-s) = 36\gamma_{pr}^2$$

Soit un niveau de subvention s'établissant à :

$$s_{spr}^J = \frac{1}{2} \tag{3.48}$$

On peut alors en déduire l'EPNS du laboratoire commun subventionné, repris dans le tableau 3.3.

$$XT_{spr}^J = X_{spr}^J = \frac{4}{9\gamma_{pr} - 4}A \tag{3.49}$$

$$x_{spr}^J = \frac{2}{9\gamma_{pr} - 4}A > x^J$$

65. La CSO est toujours vérifiée.

$$Q_{spr}^J = \frac{6\gamma_{pr}}{9\gamma_{pr} - 4}A > Q^J \quad (3.50)$$

$$\pi_{spr}^J = \frac{\gamma_{pr}}{9\gamma_{pr} - 4}A^2 > \pi^J \quad (3.51)$$

$$SW_{spr}^J = \frac{4\gamma_{pr}}{9\gamma_{pr} - 4}A^2 > SW^J \quad (3.52)$$

Enfin, il nous reste à déterminer la fonction de coût social de cette politique, ainsi que l'équation de la mesure de l'effet levier de cette politique de soutien à l'innovation sur le surplus total.

$$SC_{spr}^J = s_{spr}^J \cdot \gamma_{pr} \cdot (X_{spr}^J)^2 = \frac{8\gamma_{pr}}{(9\gamma_{pr} - 4)^2}A^2$$

$$Eff_{spr}^J = \frac{SW_{spr}^J - SW^J}{SC_{spr}^J} = \frac{4,5\gamma_{pr}(9\gamma_{pr} - 4)}{(9\gamma_{pr} - 2)^2}$$

Comme dans les deux scénarios précédents, il est indéniable que l'attribution d'une subvention au secteur privé, prenant ici la forme optimale d'une prise en charge de 50% de l'investissement total en R&D, permet d'améliorer l'ensemble des résultats d'équilibre dans le cas du laboratoire commun. En somme, il s'agit d'un résultat attendu, les décideurs publics choisissant de prendre à la charge de la collectivité (comme dans le cadre de la politique de Crédit d'Impôt Recherche) une partie conséquente de l'investissement de recherche des firmes privées, celles-ci sont dès lors incitées à investir des ressources supplémentaires. Ce qui en conclusion permet d'obtenir un meilleur niveau d'output global de R&D ($XT_{spr}^J > XT_{s=0}^J$) et donc par voie de conséquence améliorer l'ensemble des autres variables d'équilibre dont le surplus total, permettant de conclure une fois de plus à l'efficacité relative de cette politique publique de soutien à l'innovation.

Nous constatons également que le niveau de subvention à la recherche privée est similaire dans les deux scénarios coopératifs puisque $s_{spr}^C = s_{spr}^J = \frac{1}{2}$, de surcroît on sait que $s_{spr}^{NC} > s_{spr}^C \forall \beta > 0.5$. Comme nous l'avons déjà expliqué précédemment, le décideur public, ayant comme objectif la maximisation du bien-être, doit compenser la baisse de l'effort de recherche non-coopératif lorsque le degré de spillover est élevé ($\beta > 0.5$) par une subvention à l'effort privé de recherche plus élevé que pour l'effort coopératif. Mais également, il semble que quel que soit le scénario coopératif considéré, laboratoire commun ou coordination des efforts, le choix du décideur

public concernant la subvention soit le même afin d'atteindre la maximisation du bien-être. Dans ce cas, le décideur public ne fait pas de différences entre les deux types de coopération, le message adressé aux entreprises du secteur de la R&D étant clair : si ces dernières coopèrent, elles seront éligibles à une subvention équivalente à 50% de leurs dépenses de recherche, quelque soit le niveau d'appropriabilité de leur recherche.

3.3 Comparaison des scénarios de R&D subventionnée

Nous allons maintenant procéder aux différentes comparaisons des trois scénarios lorsque la recherche est subventionnée. Le tableau 3.3 récapitule les résultats d'équilibre incluant le niveau de subvention.

	NC avec subv.	C avec subv.	J avec subv.
s	$\frac{3\beta}{2(1+\beta)}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
x	$\frac{2(1+\beta)}{X}A$		$\frac{2}{Y}A$
XT	$\frac{4(1+\beta)}{X}A$		$\frac{4}{Y}A$
Q	$\frac{6\gamma_{pr}}{X}A$		$\frac{6\gamma_{pr}}{Y}A$
π	$\frac{\gamma_{pr}(9\gamma_{pr}-2(2-\beta)(1+\beta))}{X^2}A^2$	$\frac{\gamma_{pr}}{X}A^2$	$\frac{\gamma_{pr}}{Y}A^2$
SW	$\frac{4\gamma_{pr}}{X}A^2$		$\frac{4\gamma_{pr}}{Y}A^2$

Table 3.3 – Subvention optimale, output individuel de R&D, output total de R&D, surplus des consommateurs, profit individuel, surplus total.

$$A = (a - c), \quad X = 9\gamma_{pr} - 2(1 + \beta)^2, \quad Y = 9\gamma_{pr} - 4$$

Les résultats d'équilibre (illustrés dans la Figure 3.5.) nous permettent d'obtenir la proposition suivante :

Proposition 3.2. *La politique SPR avec subvention optimale donne :*

$$1. \begin{cases} x_{spr}^C = x_{spr}^{NC} \quad \forall \beta \in]0, 1] \\ x_{spr}^J \leq (\geq) x_{spr}^{NC} = x_{spr}^C \quad \text{si } \beta \geq (\leq) \bar{\beta}_3 \end{cases}$$

$$2. \begin{cases} Q_{spr}^C = Q_{spr}^{NC} \quad \forall \beta \in]0, 1] \\ Q_{spr}^J \leq (\geq) Q_{spr}^{NC} = Q_{spr}^C \quad \text{si } \beta \geq (\leq) 0.41 \end{cases}$$

$$\begin{aligned}
 3. \quad & \left\{ \begin{array}{l} \pi_{spr}^C \geq (\leq) \pi_{spr}^{NC} \quad si \quad \beta \leq (\geq) 0.5 \\ \pi_{spr}^J \geq (\leq) \pi_{spr}^{NC} \quad si \quad \beta \leq (\geq) \bar{\beta}_4 \\ \pi_{spr}^J \geq (\leq) \pi_{spr}^C \quad si \quad \beta \leq (\geq) 0.41 \end{array} \right. \\
 4. \quad & \left\{ \begin{array}{l} SW_{spr}^C = SW_{spr}^{NC} \quad \forall \beta \in]0, 1] \\ SW_{spr}^J \leq (\geq) SW_{spr}^{NC} = SW_{spr}^C \quad si \quad \beta \geq (\leq) 0.41 \end{array} \right. \\
 & \text{avec } \bar{\beta}_3 \text{ et } \bar{\beta}_4 \in]0, 0.5]
 \end{aligned}$$

Preuves : Voir annexe I.1.B.

On peut également tirer les lemmes suivants concernant les niveaux de subventions et de coûts sociaux de la politique *SPR* en fonction des scénarios NC, C et J (Figures 3.4) :

Lemma 1. *Comparaison du coût social et du niveau de subvention optimal de la politique SPR selon les scénarios coopératifs :*

1. — $s_{spr}^C = s_{spr}^J \leq (\geq) s_{spr}^{NC} \quad si \quad \beta \geq (\leq) 0.5$
2. — $SC_{spr}^C \leq (\geq) SC_{spr}^{NC} \quad si \quad \beta > (<) 0.5$
- $SC_{spr}^J \leq (\geq) SC_{spr}^C \quad si \quad \beta > (<) 0.41$
- $SC_{spr}^J \leq (\geq) SC_{spr}^{NC} \quad si \quad \beta > (<) \bar{\beta}_5$

avec $\bar{\beta}_5 \in]0, 0.5]$.

Preuves : Voir annexe I.1.C.

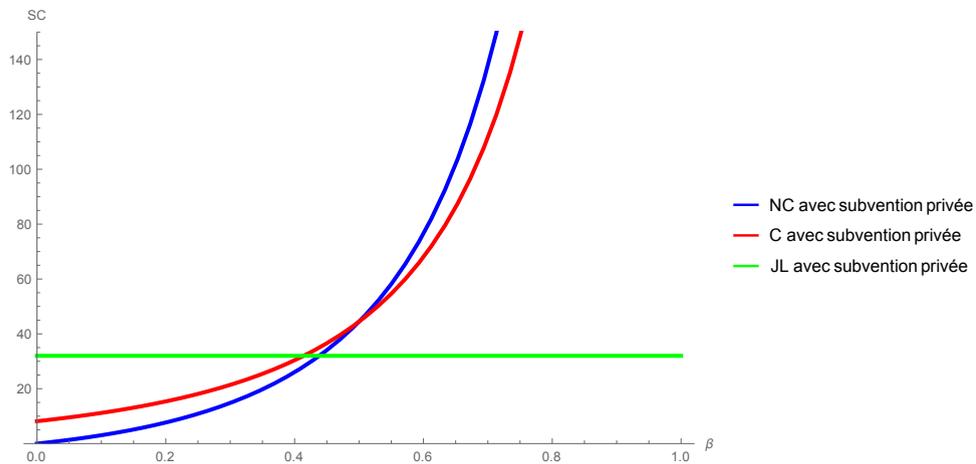


Figure 3.4 – Coût social de la politique SPR (pour $\gamma_{pr} = 1$).

Lemma 2. *Le coût de la politique SC_{spr} augmente toujours avec le degré de spillovers mais plus fortement dans le cadre non-coopératif :*

$$\frac{\partial SC_{spr}^{NC}}{\partial \beta} > \frac{\partial SC_{spr}^C}{\partial \beta} > 0$$

Preuves : Les preuves sont évidentes.

Nous pouvons voir que l'octroye d'une subvention à la R&D des firmes, qu'elles coordonnent leurs efforts de recherche ou adoptent des comportements non coopératifs, induit les mêmes résultats à l'équilibre en termes de R&D et de quantités produites, et par construction de bien-être. Ceci s'explique aisément par le fait que la subvention est ici calculée de manière optimale afin de pallier les défaillances de marché (problème d'appropriation des résultats de la recherche). Ces mêmes conclusions sont obtenus dans l'article de [Hinloopen \(1997\)](#) (Version corrigée [Hinloopen \(2000b\)](#)) et ce malgré une détermination différente de la subvention, pour rappel dans ces travaux la subvention est en effet proportionnelle à l'output de R&D et non aux dépenses de recherche.

Lorsque le degré d'appropriation est élevé (spillovers faibles) les firmes peuvent également être incitées à organiser leur R&D dans le cadre d'un laboratoire commun. Il est alors avantageux en termes de profit d'échanger leurs connaissances tout en partageant leur coût de recherche. S'agissant du surplus global, cela peut-être également bénéfique comparativement à la non-coopération et à la coordination des efforts. Par contre, concernant l'output de recherche, on peut constater qu'au-delà d'un niveau de spillovers faible, ($\beta = 0.21$ pour $\gamma_{pr} = 1$), la coordination des efforts entre les firmes (équivalent au cas NC) permet d'engendrer des investissements plus importants, rendant le versement d'une subvention au laboratoire commun peu efficace en termes d'innovation.

Pour autant, si l'on se concentre sur l'étude du coût social optimal de la politique *SPR*, en fonction des spillovers, celui-ci est plus élevé en NC qu'en C lorsque le degré d'appropriation est faible (spillovers élevés) et inversement. Egalement, la politique *SPR* sera moins coûteuse en J que dans les deux autres cas pour des spillovers élevés. Par ailleurs, l'impact des spillovers sur les coûts sociaux optimaux est toujours positif et on vérifie que son effet augmente plus en NC qu'en C. Le niveau de subvention optimale est donc déterminé de manière à annuler l'effet désincitatif des externalités technologiques sur l'effort de recherche. Comme le niveau de subvention est différent selon les scénarios, les profits seront également différents. Pour cette raison, la non-coopération induit des profits plus élevés pour les firmes que la coopération lorsque

le degré de spillovers est supérieur à 0.5, ce qui correspond à la situation où le niveau de subvention en NC est supérieur au niveau de subvention en C, situation où l'Etat décide de prendre indirectement en charge, via la subvention, une partie plus importante de l'investissement en recherche des firmes non-collaboratives. Ce constat est également vérifié pour le laboratoire commun, les différents résultats à l'optimum (surplus global et profits) sont plus élevés lorsque le coût social de la politique est plus élevé. De ce fait, dans le cas de spillovers élevés, lorsque le décideur public introduit la subvention de façon à rétablir le problème d'appropriation des résultats de la recherche, les firmes n'ont plus aucune incitation à coopérer pour des spillovers élevés, alors même que les choix coopératifs en R&D sont habituellement justifiés par la présence d'externalités technologiques importantes.

Dans cette optique, et en reprenant les conclusions de l'étude des coûts de cette politique de soutien à la R&D privée, il semble que pour des spillovers élevés, à l'équilibre, les firmes préféreront ne pas coopérer (puisque ce choix leur appartient) et ce malgré le fait que le soutien financier y soit bien plus coûteux pour la puissance publique ($SC_{spr}^{NC} > SC_{spr}^C$) alors que les résultats obtenus en termes de surplus total et de niveau global d'innovation soient identiques. Inversement, lorsque les spillovers sont faibles, pour des projets de recherche dont les résultats sont appropriables, il semble plus efficace pour les décideurs publics de soutenir financièrement des projets non-collaboratifs. Il est effectivement aisé de constater que le coût social d'une telle politique se trouve y être plus faible ($SC_{spr}^{NC} < SC_{spr}^C$) tout en permettant d'atteindre les mêmes résultats in-fine. Ces résultats nous permettent dès lors de conclure que l'équilibre Pareto-optimal du point de vue de l'Etat, l'équilibre "le meilleur" donc, se trouve être de subventionner des projets coopératifs (non-coopératifs) pour des spillovers élevés (faibles) afin d'atteindre les mêmes montants optimaux de bien-être et d'innovation que la non-coopération mais pour un moindre coût public.

Lemma 3. *Lorsque $\gamma_{pr} = 1$, la comparaison des niveaux d'efficacité de la politique SPR est la suivante :*

- $Eff_{spr}^C \leq (\geq) Eff_{spr}^{NC}$ si $\beta \in (\notin) [0.5; 0.71]$
- $Eff_{spr}^J \geq Eff_{spr}^{NC} \quad \forall \beta$
- $Eff_{spr}^J \geq (\leq) Eff_{spr}^C$ si $\beta \geq (\leq) 0.41$

Preuves : Voir annexe [I.1.C](#).

Passons désormais à l'analyse de l'efficacité de la politique de subvention à la R&D au regard d'un dernier outil : la variation moyenne de surplus global (SW_{spr})

générée par l'application de cette politique (Eff_{spr}). Il s'agit ainsi de l'apport de la politique SPR vis-à-vis de la situation sans intervention publique, appelée état naturel, rapporté au coût social de la politique dans chacun des trois cas considérés. Cela consiste alors à discuter l'efficacité de la politique SPR , non à budgets illimités et différents suivant les cas, mais pour un même euro public investi en subvention à la R&D. Contrairement à ce que l'on pouvait s'attendre à partir des conclusions précédentes, cet effet de levier de la dépense publique est toujours plus important pour le *Joint Lab* que pour le cas concurrentiel et ce quel que soit le niveau de spillover. Concernant les scénarios coopératifs, la politique SPR semble être plus efficace pour des spillovers faibles ($\beta < 0.41$), sous condition que les firmes coordonnent leurs efforts tandis que pour des spillovers plus élevés ($\beta > 0.41$) la politique SPR se trouve être plus efficace dans le cas du laboratoire commun. En d'autres termes, dans l'objectif d'allouer une subvention aux entreprises de la R&D afin d'améliorer le bien-être social, il faudrait privilégier les projets collaboratifs puisque c'est dans ces cas (C pour $\beta < 0.41$ et J sinon) que l'amélioration de la situation naturelle est la plus importante pour un même niveau de dépenses publiques.

A charge pour le décideur public de déterminer quel objectif politique il souhaite atteindre et pour quel budget à sa disposition. Si son budget n'est pas contraint, il devrait alors, selon nos résultats précédents, privilégier de subventionner des projets dont les efforts seront coordonnés pour des spillovers élevés, tandis que les projets non-coopératifs devront être privilégiés pour des spillovers faibles. Cependant, si son souhait est d'allouer la subvention en observant son analyse coût-bénéfice, instrument usuel au regard de l'évaluation des politiques publiques, il lui faudra privilégier les laboratoires communs pour des spillovers élevés et les projets coordonnant leurs efforts pour des spillovers faibles.

Lemma 4. *L'impact positif de la subvention sur le niveau global de R&D croît avec le degré de spillovers (ou décroît avec le degré d'appropriation) :*

$$\frac{\partial XT_{spr}^C}{\partial \beta} = \frac{\partial XT_{spr}^{NC}}{\partial \beta} > \frac{\partial XT^C}{\partial \beta} > 0$$

Preuves : Voir annexe [I.1.D](#).

On constate que la coordination des efforts de recherche accompagnée d'une politique de soutien à la R&D accroît l'incitation à innover des firmes lorsque le degré de spillovers augmente. Mais ceci vaut également et dans les mêmes proportions dans un cadre non-coopératif. L'effet désincitatif des spillovers sur l'effort de R&D

non-coopératif disparaît avec l'aide publique fournie à travers la subvention optimale. Ceci a des implications en matière d'efficacité des politiques publiques visant à soutenir financièrement l'innovation. Selon ces résultats, il serait d'autant plus efficace de soutenir l'effort d'innovation par une subvention, que le degré de spillovers augmente et cela quelque soit les comportements coopératifs ou non des firmes. Par conséquent, on remarque que l'aide publique à la recherche profite davantage aux firmes ayant des problèmes d'appropriation de leurs résultats de recherche (spillovers élevés) qu'à celles qui ont un degré d'appropriation plus important (spillovers faibles). Ces dernières chercheraient alors à "profiter" de la subvention pour réduire les coûts d'une recherche qui aurait été néanmoins entreprise en l'absence de toute subvention.

Lemma 5. *L'impact positif de la subvention sur le surplus des producteurs et le surplus des consommateurs croît avec le degré de spillovers quelque soit le scénario NC ou C :*

$$\frac{\partial Q_{spr}^C}{\partial \beta} = \frac{\partial Q_{spr}^{NC}}{\partial \beta} > \frac{\partial Q^C}{\partial \beta} > 0$$

$$\frac{\partial \pi_{spr}^{NC}}{\partial \beta} > \frac{\partial \pi_{spr}^C}{\partial \beta} > \frac{\partial \pi^C}{\partial \beta} > 0$$

Preuves : Voir annexe [I.1.D](#).

Nous avons précédemment montré que le surplus du consommateur pouvait diminuer lorsque les firmes étaient confrontées à un problème d'appropriation de leurs efforts de recherche (spillovers élevés). Nous voyons ici que cette conclusion n'est plus valable pour peu que l'on subventionne la recherche privée. Avec un degré d'appropriation décroissant, la subvention permet d'une part, d'améliorer les surplus des producteurs et des consommateurs et plus que dans le cas d'une simple coordination des efforts de R&D sans subvention. D'autre part, l'effet de la subvention sur les profits est toujours plus important dans un cadre non-coopératif. Cet effet induit que pour des spillovers élevés, les profits de non-coopération soient plus élevés que les profits de coordination, incitant par la même les firmes à préférer des situations concurrentielles (et inversement pour des degrés d'appropriation faibles).

3.4 Coopération versus subvention

La question est maintenant de savoir si la subvention optimale d'aide au secteur privé fait mieux que la coordination des efforts de R&D sans subvention. De simples comparaisons permettent d'avancer le résultat suivant :

Lemma 6. *Comparaisons entre coopération sans subvention et politique d'aide à la recherche privée :*

- *Pour les trois scénarios considérés (NC, C, J), quelque soit le degré de spillovers, subventionner la R&D de manière optimale permet d'accroître le niveau de R&D, le surplus des consommateurs et des producteurs.*
- $\forall \beta$, *la politique de subvention de la recherche privée en NC est plus efficace que le scénario C sans subvention.*

Preuves : Les preuves sont évidentes.

Le problème sous-jacent soulevé ici est le problème de substituabilité entre l'aide publique et l'investissement privé de R&D. Si les pouvoirs publics choisissent de soutenir l'effort d'innovation dans le secteur privé, cela ne désincite-t-il pas les firmes à faire l'effort de recherche attendu? Les dépenses publiques à travers la subvention ne se substituent-elles pas aux dépenses privées de R&D? Nos résultats théoriques ne semblent pas confirmer cette substitution sous condition que le degré de spillovers soit suffisamment élevé. Dans ce cas, les résultats en matière d'innovation mais aussi en matière de surplus du producteur et du consommateur mettent en avant les avantages de la politique de subvention de la recherche. Par ailleurs, nous constatons que cette politique n'incite pas les firmes à coopérer (Scénario C) lorsqu'elles peuvent bénéficier de subvention; le profit de coopération devient inférieur au profit de non-coopération. La coopération n'apparaît plus aussi attractive que dans le cas où il n'existait pas de subvention. Sur la base d'un travail empirique sur des données Allemandes et Espagnols, [Gussoni and Mangani \(2010\)](#) étudient l'influence de la subvention sur les investissements de recherche en fonction des comportements coopératifs ou non-coopératifs des firmes. Ces derniers concluent également en l'absence d'un effet de substituabilité, trouvant ainsi un effet significatif et positif de la subvention en R&D sur les dépenses privées de recherche.

3.5 Généralisation à n firmes

L'objet de cette section est de vérifier si la politique *SPR* a les mêmes résultats dans le cadre d'un marché oligopolistique que dans un marché duopolistique. Dans un

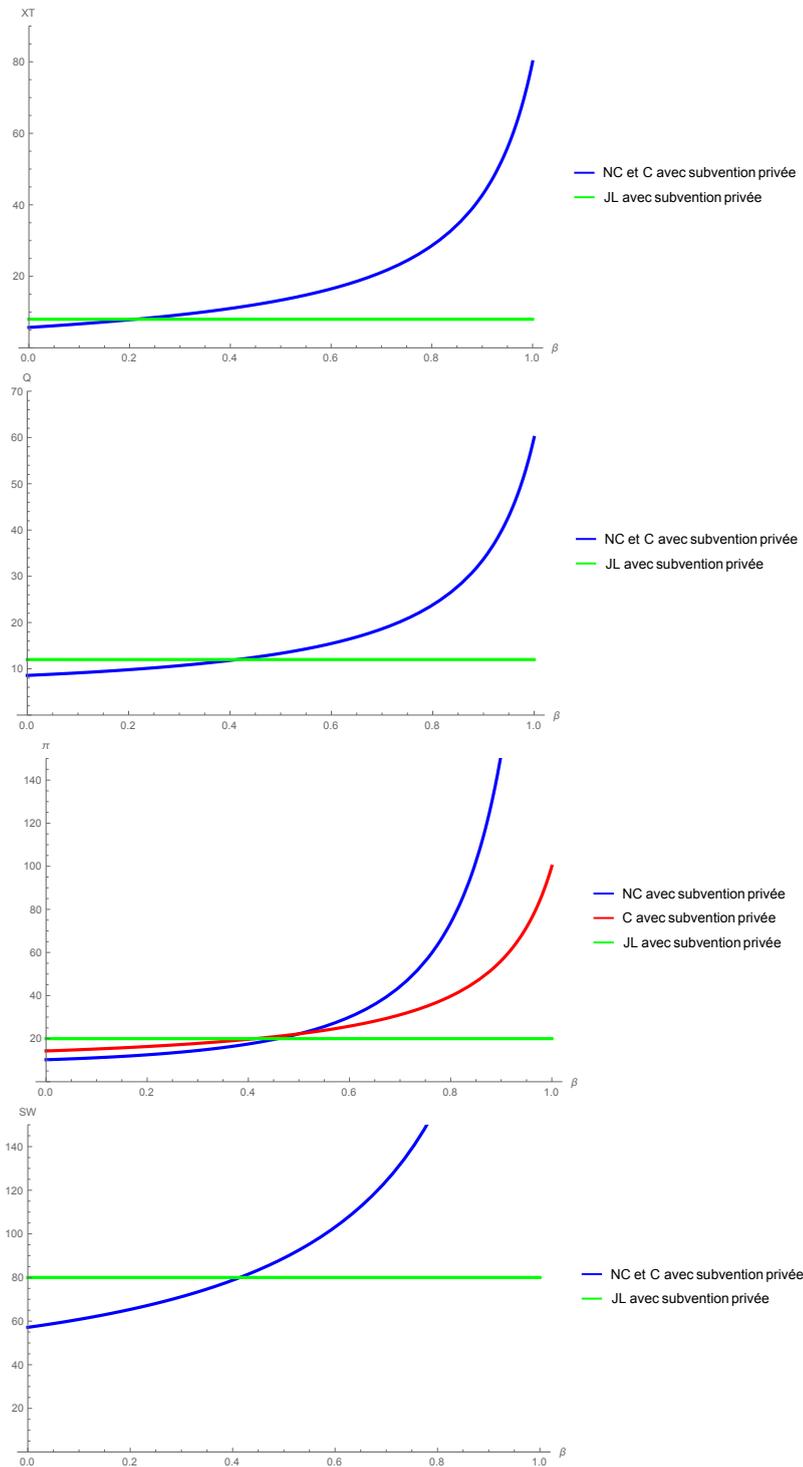


Figure 3.5 – Output total de R&D, surplus des consommateurs, profit individuel et surplus total (avec $\gamma_{pr} = 1$).

soucis de lisibilité du manuscrit, nous limiterons les comparaisons aux seuls scénarios NC et C puisque le scénario du laboratoire commun avec politique *SPR* n'est que rarement la forme de coopération préférée par les entreprises comparativement aux deux autres scénarios considérés. De même, afin de gagner en simplicité, nous ne présentons pas la résolution des scénarios C et NC sans politique publique d'aide à la R&D.⁶⁶

3.5.1 Le scénario non-coopératif avec subvention

Commençons par le scénario non-coopératif avec politique *SPR*. Pour ce faire, repartons de la fonction de profit :

$$\pi_i^{NC} = p \cdot q_i - c_i \cdot q_i - \gamma_{pr}(1-s)(x_i)^2$$

Avec la fonction de demande inverse et les fonctions de coût marginal :

$$p = a - \sum_{i=1}^n q_i \quad \text{et} \quad c_i = c - x_i - \beta(n-1)x_j \quad \text{et} \quad c_j = c - x_j - \beta x_i - \beta(n-2)x_{-i}$$

La maximisation des profits des n firmes donne :

$$\begin{cases} q_1 = \frac{1}{2}(a - \sum q_{-i} - c_1) \\ q_2 = \frac{1}{2}(a - \sum q_{-i} - c_2) \\ \cdot \\ \cdot \\ q_n = \frac{1}{2}(a - \sum q_{-i} - c_n) \end{cases}$$

En sommant les n équations on obtient

$$\sum_{j=1}^n q_j = \frac{1}{2} \left(n \cdot a - (n-1) \sum q_j - \sum_{j=1}^n c_j \right)$$

Dès lors, il nous reste à isoler les q_j

$$\sum_{j=1}^n q_j \left(\frac{2 + (n-1)}{2} \right) = \frac{1}{2} \left(n \cdot a - \sum_{j=1}^n c_j \right)$$

66. Nous présentons cependant les résultats des scénarios non subventionnés dans le tableau 3.6, les calculs pouvant dès lors être facilement obtenus à partir de la logique développée ci-dessous.

d'où

$$\sum_{j=1}^n q_j = \frac{1}{n+1} \left(n.a - \sum_{j=1}^n c_j \right)$$

Avec pour rappel :

$$\sum_{j=1}^n q_j = \sum q_{-i} + q_i$$

Or, on sait que

$$q_i = \frac{1}{2} (a - (q_1 + q_2 + \dots + q_{i-1} + q_{i+1} + \dots + q_n) - c_i)$$

C'est à dire

$$q_i = \frac{1}{2} \left(a - \left(\sum_{j=1}^n q_j - q_i \right) - c_i \right) = \frac{1}{2} \left(a - \sum_{j=1}^n q_j + q_i - c_i \right)$$

Soit en remplaçant :

$$q_i = \frac{1}{2} \left(a - \frac{1}{n+1} \left(n.a - \sum_{j=1}^n c_j \right) + q_i - c_i \right)$$

Et in-fine :

$$q_i = \frac{a - nc_i + (n-1)c_j}{n+1}$$

Ce qui donne :

$$q_i = \frac{1}{n+1} ((A) + (n - \beta(n-1))x_i + (2\beta - 1)(n-1)x_j)$$

En considérant la situation symétrique, nous obtenons le niveau de R&D en fonction de la subvention ⁶⁷ :

$$x_{pr}^{NC}(s) = \frac{(n - \beta(n-1))}{\gamma_{pr}(n+1)^2(1-s) - (n - \beta(n-1))(1 + \beta(n-1))} A$$

67. Les conditions de second-ordre sont vérifiées.

Ce qui nous permet de déduire le niveau de production en fonction de la subvention :

$$q_{pr}^{NC}(s) = \frac{\gamma_{pr}(n+1)(1-s)}{\gamma_{pr}(n+1)^2(1-s) - (n - \beta(n-1))(1 + \beta(n-1))} A$$

Notons que lorsque la condition locale de stabilité est vérifiée⁶⁸, le dénominateur des équations précédentes est positif.

L'équation de bien-être social se construit dès lors comme suit :

$$SW^{NC} = \frac{Q^2}{2} + n\pi_i^{NC} - ns\gamma_{pr}(x_{pr})^2 = \frac{n(n+2)}{2}(q^{NC})^2 - n\gamma_{pr}(x_{pr}^{NC})^2$$

Afin d'obtenir le niveau de subvention optimale, nous devons résoudre :

$$\frac{\partial SW^{NC}}{\partial s^{NC}} = n(n+2)\frac{\partial q^{NC}}{\partial s^{NC}} \cdot q^{NC} - 2n\gamma_{pr}\frac{\partial x_{pr}^{NC}}{\partial s^{NC}} x_{pr}^{NC} = 0$$

Ce qui donne⁶⁹ :

$$s^{NC} = \frac{(2-n) + \beta(n+4)(n-1)}{(n+2)(1 + \beta(n-1))}$$

Avec $s^{NC} > 0$ si et seulement si $\beta > \bar{\beta} = \frac{(n-2)}{(n-1)(n+4)}$.

Comme le démontrent les travaux de [Inci \(2009\)](#), l'octroi d'une subvention optimale sur les dépenses en R&D n'est souhaitable que lorsque les externalités technologiques dépassent un certain niveau "seuil" dépendant du nombre de firmes présentes sur le marché. Ce résultat implique que les dépenses en R&D puissent être taxées en raison d'un montant total de R&D trop élevé socialement, c'est à dire pour $\beta \leq \bar{\beta}$ ([Leahy and Neary, 1997](#); [Inci, 2009](#)). On peut remarquer que le niveau seuil $\bar{\beta}$ augmente avec le nombre d'entreprises jusque $n = 4$, puis décroît avec n . Ce constat tend à confirmer le fait que le niveau excessif de dépenses en R&D est plus facilement atteint lorsque l'industrie est plus concentrée.

Pour autant, nous ne retiendrons pas la question de la taxation de la recherche présente dans la littérature citée puisque bien qu'intéressante, celle-ci ne correspond

68. Selon les préconisations de [Hinloopen \(2015\)](#).

69. La CSO est toujours vérifiée.

pas à notre objet d'étude. En effet, nous considérons que l'intervention de l'Etat-stratège est justifiée par un déficit d'investissement en R&D, limitant l'innovation et par conséquent la compétitivité et l'emploi du pays. De ce fait, nous supposons que lorsque $\beta \leq \bar{\beta}$, c'est à dire lorsque le montant de la subvention optimale est négatif, l'Etat considère que le niveau total de R&D est suffisant, donc que son action est inutile et de fait que la R&D privée n'a pas à être subventionnée. En effet, au sein d'un environnement compétitif, Leahy and Neary (1997) montrent que les firmes ont une incitation accrue à investir en R&D en raison de l'avantage compétitif sur leurs rivales. Toutefois, en dessous d'un certain niveau d'appropriation, cet *effet compétition* est contrebalancé par un *effet spillover*, ce dernier étant connu pour décourager l'investissement en R&D. Ce qui se traduit par

$$\forall \beta \leq \bar{\beta} \quad \Leftrightarrow \quad s^* = 0$$

Par ailleurs, au delà du niveau-seuil $\bar{\beta}$, le niveau optimal de subvention augmente avec le degré d'externalité inter-firmes :

$$\forall n > 2 \quad \text{et pour} \quad \beta \geq \bar{\beta}$$

$$\frac{\partial s^{NC}}{\partial \beta} = \frac{2(n-1)(n+1)}{(n+2)(1+\beta(n-1))} > 0$$

Moins l'investissement en R&D sera appropriable par la firme, moins sa réalisation sera intéressante (effet spillover) et plus il sera profitable pour l'Etat de le soutenir en augmentant la proportion subventionnée de l'effort de recherche.

Il en découle l'ENPS repris dans le tableau 3.7.

3.5.2 Le scénario coopératif avec subvention

S'agissant de la coordination des efforts, la première étape du jeu étant la même que dans le scénario non-coopératif, nous pouvons repartir directement de la fonction de production maximisant le profit individuel.

$$q_i = \frac{1}{n+1} (A + (n - \beta(n-1))x_i + (2\beta - 1)(n-1)x_j)$$

Et

$$q_j = \frac{1}{n+1} (A + (n - \beta(n-1))x_j + (2\beta - 1)x_j + (2\beta - 2)(n-1)x_{-i})$$

La fonction de profit individuel restant la même que dans le cas non-coopératif, il est aisé de déterminer l'équation de profit de coordination (Π^C).

$$\Pi^C = \sum_{i=1}^n \pi_i^C = \pi_i^C + (n-1)\pi_j^C - \gamma_{pr}(1-s)(x_i^C)^2 - (n-1)\gamma_{pr}(1-s)(x_j^C)^2$$

Par symétrie, la maximisation du profit de coordination donne le niveau de R&D et le volume de production en fonction du montant de la subvention suivants :

$$x_{pr}(s) = \frac{(1 + \beta(n-1))}{\gamma_{pr}(n+1)^2(1-s) - (1 + \beta(n-1))^2} A$$

$$q_{pr}(s) = \frac{\gamma_{pr}(n+1)(1-s)}{\gamma_{pr}(n+1)^2(1-s) - (1 + \beta(n-1))^2} A$$

A la fin de cette étape, il nous reste à déterminer le montant de la subvention qui maximise le bien-être social. Pour cela, il nous faut résoudre :

$$\frac{\partial SW^C}{\partial s^C} = n(n+2) \left(\frac{\partial q^C}{\partial s^C} \right) q^C - 2n\gamma_{pr} \left(\frac{\partial x_{pr}^C}{\partial s^C} \right) x_{pr}^C = 0$$

Ce qui nous donne l'équation suivante⁷⁰ :

$$(n+2)(1-s) - 2 = 0$$

D'où un niveau de subvention s'établissant à l'équilibre à :

$$s^C = \frac{n}{n+2}$$

Cela signifie que dans le scénario coopératif, la maximisation du bien-être nécessite que l'Etat subventionne une proportion $\frac{n}{n+2}$ des dépenses de R&D des firmes. Comparativement au scénario non-coopératif, les externalités technologiques n'ont

70. La CSO est toujours respectée.

aucun effet sur le niveau de subvention coopératif, ce dernier étant uniquement impacté positivement par le nombre de firmes sur le marché. Dit autrement, plus les firmes seront soumises à une concurrence féroce, plus l'Etat devra soutenir financièrement leurs investissements de recherche.

Lemma 7.

$$s_{spr}^C \geq (\leq) s_{spr}^{NC}, \quad \forall \beta \leq (\geq) 0.5$$

Preuves : Les preuves sont suffisamment simples.

D'après le lemme 7, on constate que la recherche non-coopérative (coopérative) est plus fortement subventionnée que la recherche coopérative (non-coopérative) lorsque les spillovers sont élevés. Le versement d'une subvention optimale en R&D réduit les coûts de recherche des entreprises et par la même augmente leurs profits. De plus, lorsque le degré d'appropriation est élevé (externalités technologiques faibles), soit $\beta < 0.5$, l'output de R&D, en absence de cette subvention, est plus faible pour les firmes qui coopèrent que lorsqu'elles ne coopèrent pas. De ce fait, afin d'accroître le niveau individuel de recherche de coopération, et combler le déficit de R&D plus important dans le scénario coopératif, l'Etat se doit de subventionner de manière plus conséquente la recherche coopérative que celle non coopérative. A contrario, pour des spillovers élevés ($\beta > 0.5$), la logique s'inverse et dans le but de rattraper le retard d'investissement non-coopératif en R&D, l'Etat doit cette fois-ci subventionner plus fortement l'effort de recherche non-coopératif.

Les résultats d'équilibre sont récapitulés dans le tableau 3.7.

3.5.3 Comparaisons des oligopoles coopératifs et non-coopératifs subventionnés :

A partir de l'ensemble des résultats précédents du modèle *SPR* généralisé à N firmes, nous pouvons tirer les propositions suivantes :

Proposition 3.3. $\forall n > 2$ et $\beta \in]0, 1]$,

$$x_{spr}^{NC} = x_{spr}^C$$

$$Q_{spr}^{NC} = Q_{spr}^C$$

$$SW_{spr}^{NC} = SW_{spr}^C$$

$$s_{spr}^C \geq (\leq) s_{spr}^{NC}, \quad \forall \beta \leq (\geq) 0.5$$

$$\pi_{spr}^C \geq (\leq) \pi_{spr}^{NC}, \quad \forall \beta \leq (\geq) 0.5$$

Preuves : Les preuves sont évidentes.

Nous retrouvons ici l'ensemble des résultats obtenus initialement avec le modèle à 2 firmes. Comme précédemment, cette politique avantageuse pour les firmes, comparativement au scénario coopératif sans subvention à la recherche, induit également des efforts coopératifs plus élevés ainsi qu'un surplus du consommateur plus grand, en témoigne la proposition suivante.

Proposition 3.4. $\forall n > 2$ et $\forall \beta \in]0, 1]$

$$x_{spr}^{NC,C} \geq x^{NC,C}$$

$$Q_{spr}^{NC,C} \geq Q^{NC,C}$$

$$\pi_{spr}^{NC,C} \geq \pi^{NC,C}$$

$$SW_{spr}^{NC,C} \geq SW^{NC,C}$$

Preuves : Les preuves sont évidentes.

Globalement, le fait de considérer un nombre de firmes plus important conduit à confirmer indéniablement l'efficacité d'une politique de subvention de la recherche privée (comparativement au cas sans subvention). Malgré tout, l'accroissement de la concurrence, lorsque $n > 2$, apporte quelques changements que nous avons présentés ci-dessus. Tout d'abord, pour des externalités technologiques faibles, le décideur public peut juger que son intervention n'est pas justifiée au regard du niveau de R&D non-coopératif. Puisque les firmes qui ne coopèrent pas en R&D investissent suffisamment en recherche, au regard du niveau nécessaire à la maximisation du bien-être, le décideur peut choisir de ne pas les soutenir en ne versant pas de subvention à la recherche. Ce résultat se limite cependant à la seule recherche non-coopérative puisque la subvention versée à la recherche coopérative est toujours positive et ne dépend pas du niveau de spillover. Enfin, nous avons également pu montrer qu'en présence d'une concurrence accrue, l'Etat, afin de garantir la maximisation du bien-être, doit augmenter son soutien financier à la R&D coopérative et également non-coopérative.

	Sans subvention	
	NC	C
x_{pr}	$\frac{n-\beta(n-1)}{X}A$	$\frac{(1+\beta(n-1))}{Y}A$
XT	$\frac{n(n-\beta(n-1))}{X}A$	$\frac{n(1+\beta(n-1))}{Y}A$
Q	$\frac{n\gamma_{pr}(n+1)}{X}A$	$\frac{n\gamma_{pr}(n+1)}{Y}A$
π	$\frac{\gamma_{pr}(\gamma_{pr}(n+1)^2 - (n-\beta(n-1))^2)}{X^2}A^2$	$\frac{\gamma_{pr}}{Y}A^2$
SW	$\frac{n\gamma_{pr}(\gamma_{pr}(n+2)(n+1)^2 - 2(n-\beta(n-1))^2)}{2X^2}A^2$	$\frac{n\gamma_{pr}(\gamma_{pr}(n+2)(n+1)^2 - 2(1+\beta(n-1))^2)}{2Y^2}A^2$

Table 3.6 – Subvention optimale, output individuel de R&D, montant total de R&D, surplus des consommateurs, profit individuel, surplus total avec n firmes.

$$A = (a - c), \quad X = \gamma_{pr}(n+1)^2 - (n - \beta(n-1))(1 + \beta(n-1)) \quad , \quad Y = \gamma_{pr}(n+1)^2 - (1 + \beta(n-1))^2$$

Politique SPR		
	NC	C
s	$\frac{2-n+\beta(n-1)(4+n)}{(n+2)(1+\beta(n-1))} A$	$\frac{n}{n+2} A$
x_{pr}	$\frac{(n+2)(1+\beta(n-1))}{Z} A$	
XT	$\frac{n(n+2)(1+\beta(n-1))}{Z} A$	
Q	$\frac{2n\gamma_{pr}(n+1)}{Z} A$	
π	$\frac{2\gamma_{pr}(2\gamma_{pr}(n+1)^2 - (n+2)(n-\beta(n-1))(1+\beta(n-1)))}{Z^2} A^2$	$\frac{2\gamma_{pr}}{Z} A^2$
SW	$\frac{\gamma_{pr}n(n+2)}{Z} A^2$	

Table 3.7 – Subvention optimale, output individuel de R&D, output total de R&D, surplus des consommateurs, profit individuel, surplus total avec n firmes.
 $A = (a - c)$, $Z = 2\gamma_{pr}(n + 1)^2 - (n + 2)(1 + \beta(n - 1))^2$

3.6 Prise en compte d'une taxe permettant de financer la subvention

Dans les sections précédentes, nous ne tenions compte que de la subvention accordée aux entreprises, dans le but de stimuler leurs efforts de recherche, sans s'interroger quant à son financement. Il est néanmoins indéniable que cette question d'équilibre financier des budgets publics est aujourd'hui une problématique récurrente du point de vue des décideurs qui se trouvent dans une situation de rationalisation de cette dépense publique. L'objectif de cette section est donc de vérifier si le financement d'une politique de soutien à la R&D, ici *SPR*, vient annuler, réduire ou contrebalancer les effets vertueux de cette politique présentée précédemment.

Pour rappel, dans la section précédente nous considérons le coût de cette politique de soutien à l'innovation en l'intégrant dans la fonction de bien-être. En effet, la subvention totale versée, à savoir par construction $2\gamma_{pr}s(x_{pr})^2$, apparaissait négativement dans l'expression de l'équation 3.2.1 de la fonction de bien-être ; cependant, nous ne tenions nullement compte d'une quelconque taxation préalable.

Dans la littérature économique en vigueur, force est de constater que la question de la taxation, taxe ayant vocation à financer la politique de subvention à la recherche privée, n'a été que très peu traitée. Nous retiendrons un cadre d'analyse proposé par [Hinloopen \(2000a\)](#) pour étudier l'effet de la taxe, retenue en première analyse sur les profits. Nous pouvons également citer d'autres travaux tenant compte d'une taxation sur le niveau de la production ([Spencer and Brander, 1983](#); [Leahy and Neary, 1997](#); [Inci, 2006, 2009](#)), néanmoins cette dernière y est utilisée comme un instrument de politique publique permettant de garantir la maximisation du bien-être et non le financement de la politique de subvention. Nous développerons cette taxe dans un second temps en lui assignant l'objectif d'équilibrer le budget de la politique de soutien à la recherche privée.

3.6.1 Une taxation sur les profits des firmes.

Nous reprenons le modèle précédemment développé, en considérant un nouvel élément : le financement de la subvention par la taxe sur les profits des firmes à la [Hinloopen \(2000a\)](#). Notons t , la taxe unitaire fonction des profits.

La fonction de profit individuel de chaque duopoleur, après imposition, s'écrit ainsi :

$$\pi_i(q_i, q_j, x_i, x_j) = (1 - t) \left[P(Q)q_i - C_i(q_i, x_i, x_j) - (1 - s)\gamma_{pr}x_i^2 \right]$$

La fonction de bien-être s'écrit pour sa part :

$$SW^{NC} = \underbrace{\frac{(Q^{NC})^2}{2}}_{\text{Surplus des consommateurs}} + \underbrace{2(1 - t)\pi^{NC}}_{\text{Surplus des producteurs}} - \underbrace{NBP}_{\text{Coût social de la subvention}} \quad (3.53)$$

Où NBP , qui équivaut à $t(\pi_i + \pi_j) = s\gamma_{pr}(x_i^2 + x_j^2)$, représente la balance nette des paiements de cette politique publique de soutien à l'innovation. Cela correspond à la différence entre les dépenses liées à cette politique ($s\gamma_{pr}(x_i^2 + x_j^2)$) et ses recettes ($t(\pi_i + \pi_j)$). Comme chez [Hinloopen \(2000a\)](#) cette balance des paiements peut être soit excédentaire, à l'équilibre ou déficitaire en fonction des niveaux respectifs des dépenses et des recettes de cette politique. Nous considérerons que cette dernière sera équilibrée (contrainte de long terme) bien que dans les faits une politique de soutien à l'innovation déficitaire peut très facilement être défendue par sa qualité d'investissement dit "d'avenir" afin de relancer l'activité à une période donnée et d'en tirer des bénéfices différés.

Il en découle donc à l'équilibre :

$$SW^{NC} = 4q^2 - 2\gamma_{pr}x_{pr}^2$$

Le jeu se décompose dès lors en 3 étapes comme précédemment, majorée d'une étape du jeu préliminaire ($t = 0$) dans laquelle le décideur public choisit le niveau optimal de subvention du point de vue du bien-être, tout en tenant compte (ou non) de l'arbitrage lié à l'équilibre de la NBP avec la détermination du montant de la taxation nécessaire.

Les résultats d'équilibre d'un modèle avec taxation des profits sont résumés dans le tableau suivant [3.8](#), en rajoutant le cadre du laboratoire commun non-traité chez [Hinloopen \(2000a\)](#).

On peut en tirer la proposition suivante :

Proposition 3.5. *Une politique SPR financée par une taxation sur les profits des entreprises induit (cf figures [3.10](#) à [3.13](#)) :*

- (i) une amélioration du surplus du consommateur,
- (ii) une amélioration de l'output de recherche,

- (iii) une amélioration du bien-être de la société,
- (iv) une baisse importante du surplus des producteurs

$\forall \beta \in]0, 1]$ et pour l'ensemble des cas considérés (NC, C et J).

	NC	C	J
t	$\frac{12\beta(1+\beta)}{9\gamma_{pr}-2(2-\beta)(1+\beta)}$	$\frac{2(1+\beta)^2}{V}$	$\frac{4}{W}$
s	$\frac{3\beta}{2(1+\beta)}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
x	$\frac{2(1+\beta)}{V} A$		$\frac{2}{W} A$
XT	$\frac{4(1+\beta)}{V} A$		$\frac{4}{W} A$
Q	$\frac{6\gamma_{pr}}{V} A$		$\frac{6\gamma_{pr}}{W} A$
π	$\frac{\gamma_{pr}(9\gamma_{pr}-2(1+\beta)(2+5\beta))}{V^2} A^2$	$\frac{\gamma_{pr}(9\gamma_{pr}-4(1+\beta)^2)}{V^2} A^2$	$\frac{\gamma_{pr}(9\gamma_{pr}-8)}{W^2} A^2$
SW	$\frac{4\gamma_{pr}}{V} A^2$		$\frac{4\gamma_{pr}}{W} A^2$

Table 3.8 – Taxation sur les profits, subvention optimale, output individuel de R&D, output total de R&D, surplus des consommateurs, profit individuel, surplus total.

$$A = (a - c), \quad V = 9\gamma_{pr} - 2(1 + \beta)^2, \quad W = 9\gamma_{pr} - 4$$

3.6.2 Une taxation sur les quantités.

Afin d'éviter que le financement de la politique *SPR* n'incombe aux seules entreprises au travers de la taxation des profits réalisés, nous allons désormais considérer que la taxe portera sur les quantités produites. Dans la lignée des travaux de [Spencer and Brander \(1983\)](#) et [Inci \(2006, 2009\)](#), nous considérons une taxe sur les quantités produites par les firmes privées. Néanmoins, à la différence de ces derniers qui déterminent le niveau optimal de la taxe de façon à maximiser le bien-être en subventionnant (si $t < 0$) ou en taxant le volume de la production, la taxe telle que nous la considérons sera déterminée de façon à financer la politique de subvention à la recherche privée. Cette prise en compte de la taxation peut s'assimiler de fait à une *TVA* sur la consommation, l'idée centrale étant que l'ensemble des agents économiques supporte l'effet négatif de la taxe et non plus les seules entreprises.

Pour ce faire, nous reprenons le développement précédent en le modifiant de la façon suivante, la fonction de profit individuel de chaque duopoleur devient :

$$\pi_i(q_i, q_j, x_i, x_j) = P(Q)q_i - C_i(q_i, x_i, x_j) - (1 - s)\gamma_{pr}x_i^2 - tq_i$$

Ce qui peut également s'écrire :

$$\pi_i(q_i, q_j, x_i, x_j) = (a - t - q_i - q_j)q_i - C_i(q_i, x_i, x_j) - (1 - s)\gamma_{pr}x_i^2$$

La fonction de bien-être s'écrit pour sa part :

$$SW^{NC} = \underbrace{\frac{(Q^{NC})^2}{2}}_{\text{Surplus des consommateurs}} + \underbrace{2\pi^{NC}}_{\text{Surplus des producteurs}} - \underbrace{NBP}_{\text{Coût social de la subvention}} \quad (3.54)$$

Où NBP , qui équivaut à $t(q_i + q_j) = s\gamma_{pr}(x_i^2 + x_j^2)$, représente la balance nette des paiements de cette politique publique de soutien à l'innovation. Comme précédemment elle peut-être excédentaire, à l'équilibre ou déficitaire en fonction des niveaux respectifs des dépenses et des recettes de cette politique.

Le jeu se décompose également en 4 étapes, les 3 habituelles et celle préliminaire ($t = 0$) où le décideur public détermine le montant de la taxe t permettant d'équilibrer en totalité, ou en partie, la balance des paiements.

Le montant optimal de la taxe est déterminé dans cette étape préliminaire de manière à équilibrer la NBP , c'est à dire :

$$t = \frac{2s(t)\gamma_{pr}(x_{pr}(t))^2}{2q(t)}$$

Afin d'éviter les répétitions, nous nous limiterons ici à la présentation des résultats à l'équilibre dans le tableau 3.9, le développement étant présenté pour sa part en annexe (cf I.1.E).

Proposition 3.6. *Une politique SPR financée par une taxation sur les quantités produites induit (cf figures 3.10 à 3.13) :*

- (i) une amélioration du surplus du consommateur, moindre que dans le cas d'une taxation sur les profits
- (ii) une amélioration de l'output de recherche, également moindre que dans le cas d'une taxation sur les profits,

- (iii) une diminution du surplus du producteur mais en moindre mesure que si la politique SPR était financée par une taxe sur les profits,
- (iv) une amélioration du bien-être de la société

$\forall \beta \in]0, 1]$ et pour l'ensemble des cas considérés (NC, C et J).

Lemma 8. Une politique SPR financée par une taxe sur l'output de production permet de résoudre les défaillances de marché induites par la présence des externalités de connaissance :

$$\frac{\partial x_{t^*}^{NC}}{\partial \beta} > 0 \quad \text{et} \quad \frac{\partial x_{t^*}^C}{\partial \beta} > 0$$

	NC	C	J
t	$\frac{2\beta(1+\beta)}{X}$	$\frac{2(1+\beta)^2}{Y}$	$\frac{4}{Z}$
s	$\frac{3\beta}{2(1+\beta)}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
x	$\frac{2(1+\beta)}{X} A$	$\frac{6(1+\beta)}{Y} A$	$\frac{6}{Z} A$
XT	$\frac{4(1+\beta)}{X} A$	$\frac{12(1+\beta)}{Y} A$	$\frac{12}{Z} A$
Q	$\frac{6\gamma_{pr}}{X} A$	$\frac{18\gamma_{pr}}{Y} A$	$\frac{18\gamma_{pr}}{Z} A$
π	$\frac{\gamma_{pr}(9\gamma_{pr}-2(2-\beta)(1+\beta))}{X^2} A^2$	$\frac{9\gamma_{pr}(9\gamma_{pr}-2(1+\beta)^2)}{Y^2} A^2$	$\frac{9\gamma_{pr}(9\gamma_{pr}-4)}{Z^2} A^2$
SW	$\frac{4\gamma_{pr}(9\gamma_{pr}-(2-\beta)(1+\beta))}{X^2} A^2$	$\frac{36\gamma_{pr}(9\gamma_{pr}-(1+\beta)^2)}{Y^2} A^2$	$\frac{36\gamma_{pr}(9\gamma_{pr}-2)}{Z^2} A^2$

Table 3.9 – Taxation sur les quantités, subvention optimale, output individuel de R&D, output total de R&D, surplus des consommateurs, profit individuel, surplus total.

$$A = (a - c), \quad X = 9\gamma_{pr} - 2(1 + \beta), \quad Y = 27\gamma_{pr} - 4(1 + \beta)^2, \quad Z = 27\gamma_{pr} - 8$$

3.6.3 Discussion concernant la question du financement de la politique publique de soutien à la recherche.

Certains travaux dans la littérature économique se sont intéressés de plus près à la problématique du financement de la politique de soutien financier à l'innovation. Comme nous l'avons déjà présenté, [Hinlopen \(2000a, 2001\)](#) finance la politique de subvention à la R&D privée par une taxation sur les profits. Malgré le fort impact négatif attendu d'une telle taxation sur le surplus des producteurs, ces travaux

concluent à l'efficacité de la politique de subvention de la recherche des firmes, avec taxation sur les profits, comparativement à la situation de référence, c'est à dire sans intervention publique (absence de subvention et de taxation). Effectivement, bien que cette politique mêlant subvention et taxation conduit à des résultats moindres qu'une politique de subvention sans taxes, elle permet malgré tout d'obtenir des niveaux d'effort total de recherche, de surplus des consommateurs et de bien-être social plus élevés que sans politique *SPR*.

Afin de vérifier ces conclusions, nous avons prolongé cette modélisation en considérant une subvention fonction des dépenses de recherche des firmes. Nos résultats, repris dans le tableau 3.8, vérifient ceux obtenus par Hinloopen (2000a). Pour autant, les profits des entreprises apparaissent logiquement impactés négativement, voire même s'annulent pour des montants élevés de spillover. En effet, en faisant peser le coût total de la politique de subvention sur les firmes, leurs profits par construction s'affaiblissent. Dans les faits, la hausse du bien-être social, comparativement à la situation sans intervention publique, est dès lors due à la hausse du surplus des consommateurs qui vient largement compenser la baisse du surplus des producteurs.

En conséquence, nous ne rejoignons pas la conclusion de Hinloopen. Il nous semble en effet inenvisageable que des entreprises, cherchant à maximiser leurs profits individuels, s'inscrivent dans un tel programme de politique publique, nécessitant pourtant leur adhésion, ces dernières étant indubitablement les seules ici en capacité de mener des investissements de R&D puisque nous ne considérons pas encore l'existence d'un secteur public de la recherche.⁷¹

Afin de pouvoir intégrer une taxation à notre modélisation permettant de considérer un équilibre *Emplois-Ressources* du budget de l'Etat de manière efficace, nous avons envisager une taxation sur les quantités produites, comme développé précédemment. Cette taxe, prélevée sur le volume de la production en proportion t , permet de financer le montant des subventions à la R&D privée. Comme nous l'avons démontré, cette politique *SPR*, financée par une taxation sur les quantités, est efficace puisqu'elle améliore les résultats d'équilibre par rapport à la situation de référence. De plus, elle demeure plus réaliste qu'avec une taxation sur les profits puisque bien que la politique *SPR* accompagnée d'une taxe sur les quantités aboutisse à des ni-

71. Qui plus est dans une période où le débat sur la "sur-taxation" des entreprises est de plus en plus mis au devant de la scène publique, pour preuve les baisses d'impôt sur les sociétés annoncées par le gouvernement Philippe ainsi que la promesse du Président Macron de passer progressivement le taux de l'impôt sur les sociétés de 33% à 25%.

veaux de production et de R&D plus faibles comparativement au cas financé par une taxe sur les profits, le surplus du producteur y est plus élevé.

Malgré tout, la prise en compte d'une taxe permettant de venir compenser les dépenses liées à la subvention versée aux firmes, n'est pas selon nous une obligation. Une telle politique de soutien à l'innovation est, comme nous l'avons présenté dans la partie 1 de cette thèse, un instrument de politique publique à fort potentiel de développement pour l'avenir. La recherche, et donc par voie de conséquence l'innovation, est en effet une ressource indispensable pour un décideur public souhaitant améliorer l'attractivité de son pays, la compétitivité de ses entreprises, l'activité économique et l'emploi *de demain*.

Conclusion

L'objet de ce premier chapitre était de pouvoir répondre à la problématique suivante : en tant que décideur public, est-il souhaitable de soutenir la R&D des firmes en offrant une subvention fonction de leurs investissements de recherche ? Ou est-il préférable de ne pas intervenir et selon la formule consacrée en économie, "laisser faire" les firmes. Sous quelles conditions cette subvention doit-elle être octroyée ? Doit-elle tenir compte du caractère collaboratif du projet subventionné ? Afin de répondre à l'ensemble de ces questions, les conclusions que nous pouvons d'ores et déjà apporter semblent plus nuancées qu'un certain nombre de travaux antérieurs. Si en effet nous retrouvons les principaux résultats déjà connus, comme chez [Hinlopen \(1997\)](#), nos propres résultats nous permettent de tirer les conclusions suivantes :

1. Sans subvention, la coopération en R&D fait mieux que la non-coopération en termes d'efforts de R&D et de bien-être social lorsque les externalités sont suffisamment élevées. La coopération est par ailleurs un outil efficace en réponse aux défaillances de marché liée aux externalités de connaissances (Résultats largement admis dans la littérature en vigueur).
2. Subventionner l'investissement privé de recherche conduit à des résultats plus intéressants que les résultats obtenus par la coopération entre firmes non subventionnées et cela quelque soit la forme de cette coopération.
3. La subvention permet d'obtenir un meilleur rendement des investissements de recherche dans le cas de la coordination des efforts de R&D (comparativement aux deux autres scénarios), mais seulement lorsque le degré de spillovers est suffisamment élevé. Le scénario du laboratoire commun subventionné est seulement privilégié pour des spillovers très faibles.
4. Le succès de la politique publique de soutien de la recherche privée n'est pas conditionné par la coopération. A l'exception du surplus des producteurs (plus élevé dans le cas NC pour des spillovers élevés et inversement), la coordination des efforts de R&D et la non-coopération avec subvention aboutissent aux mêmes performances économiques.
5. Dans un soucis de rationalisation de la dépense publique, c'est à dire sous la contrainte de minimiser le coût social de la politique *SPR*, les décideurs publics devraient privilégier en priorité le soutien à des projets collaboratifs lorsque ceux-ci portent sur un savoir peu appropriable par la firme. A l'inverse, si les spillovers sont faibles, les décideurs publics devraient soutenir en priorité les projets non-collaboratifs afin de réduire l'impact financier d'une telle politique,

à moins que ces entreprises ne se soient regroupées au sein d'un laboratoire commun de recherche.

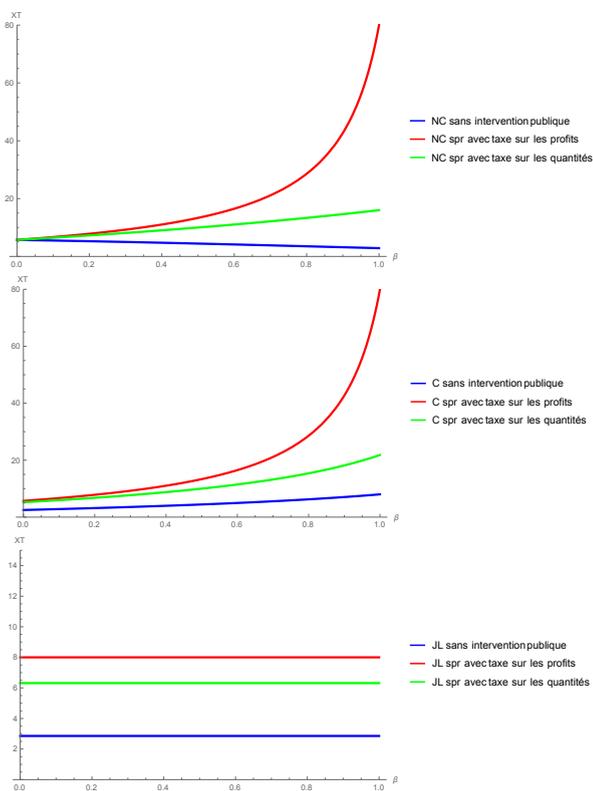


Figure 3.10 – Output total de recherche en fonction des cas NC, C et J (pour $\gamma_{pr} = 1$).

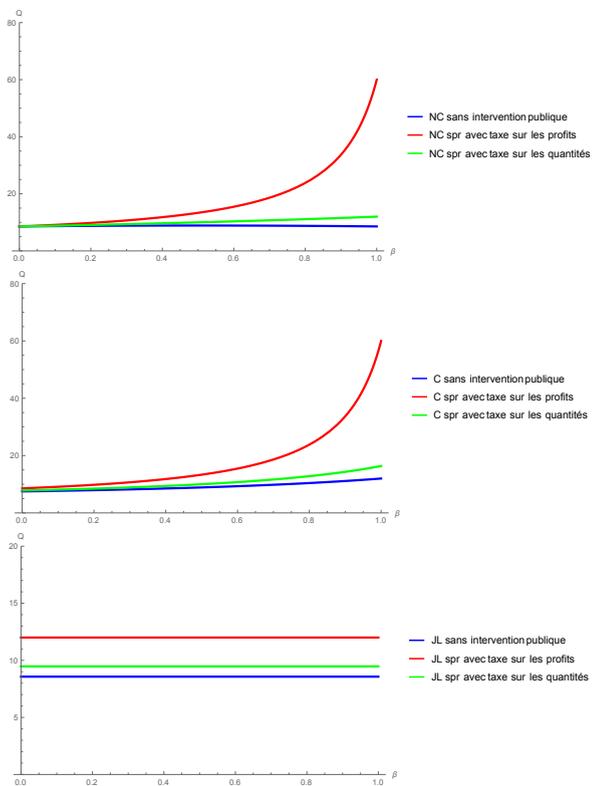


Figure 3.11 – Output total de production en fonction des cas NC, C et J (avec $\gamma_{pr} = 1$).

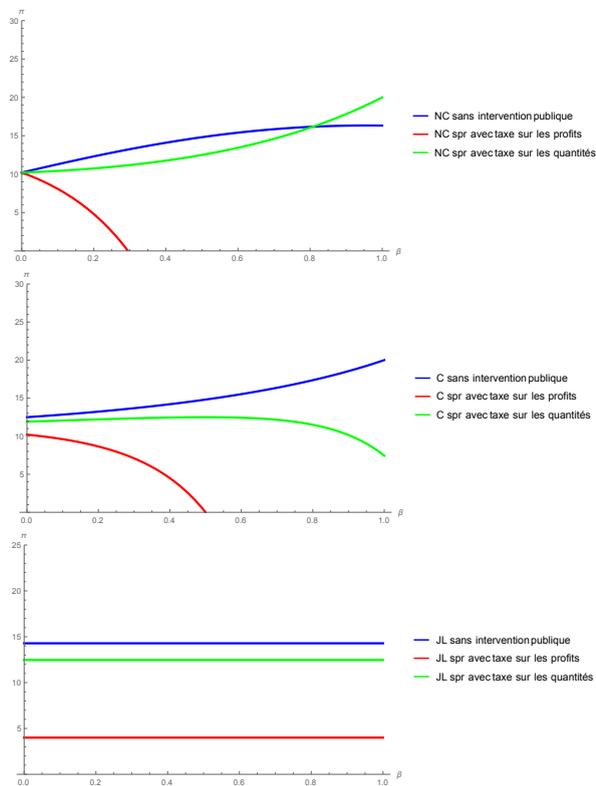


Figure 3.12 – Surplus du producteur en fonction des cas NC, C et J (pour $\gamma_{pr} = 1$).

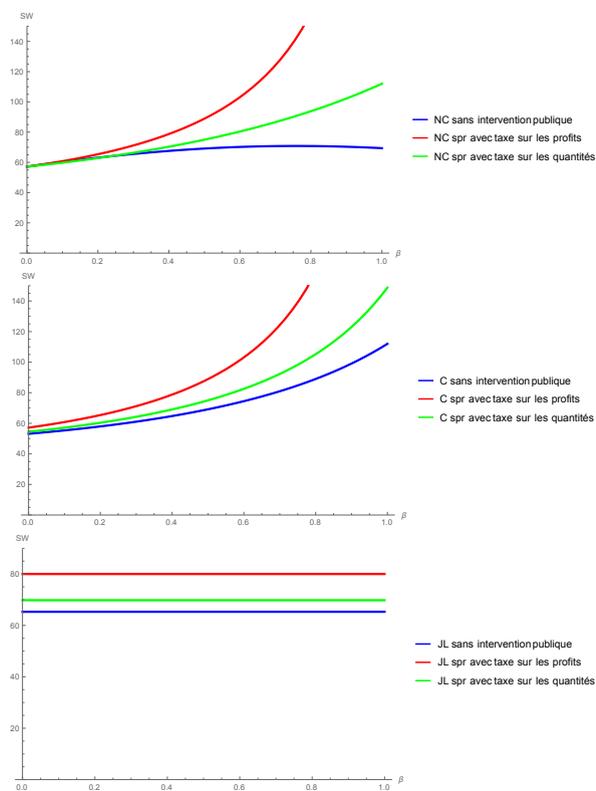


Figure 3.13 – Surplus total en fonction des cas NC, C et J (pour $\gamma_{pr} = 1$).

Chapitre 4

Politique de financement de la recherche publique : coopération vs non-coopération

Introduction :

Rappelons pour commencer qu'une vaste littérature empirique s'est intéressée aux retombées de la recherche publique sur la recherche privée (cf chapitre 1 section 5) (Jaffe, 1989; Audretsch and Feldman, 1996; Candell and Jaffe, 1999; Feldman et al., 2014; Varga et al., 2012; Autant-Bernard et al., 2013; Azoulay et al., 2018). Les bénéfices pour la R&D privée à se localiser à proximité géographique d'un centre de recherche publique sont multiples et reconnus par cette littérature empirique. L'intérêt au rapprochement entre les deux secteurs peut ainsi provenir des externalités de connaissances que les activités publiques génèrent ou bien encore de l'existence d'une offre en capital humain hautement qualifié, nécessaire pour entreprendre des activités de recherche. Très tôt, Marshall (1920) développe ainsi la notion d'externalités économiques sur lesquelles repose l'analyse d'externalité publique de connaissance. Par la suite, de nombreux travaux (Dorfman, 1983; Nelson, 1986; Jaffe, 1989; Rosa and Mohnen, 2008; Abramovsky and Simpson, 2011; Valero and Van Reenen, 2019) déterminent que la recherche publique représente une force d'attraction pour les activités de recherche privées et induit des retombées positives significatives sur les dépenses privées de R&D. En effet, ils estiment que cette recherche publique implique des opportunités technologiques et un gain en termes de productivité pour la recherche privée. Pour ces raisons, ces travaux concluent qu'un Etat finançant un système public de recherche améliorera l'attractivité du territoire et donc par répercussion l'innovation locale.

D'autres études viennent également confirmer ces résultats. [Autant-Bernard \(2001\)](#) et [Karlsson and Andersson \(2009\)](#), sur des données respectivement françaises et suédoises, confirment l'existence d'un effet significatif et positif des retombées technologiques en provenance du secteur public sur l'investissement privé en R&D ⁷². Enfin, [Azoulay et al. \(2018\)](#) déterminent plus spécifiquement, à partir d'une étude sur les dépenses publiques de recherche du *National Institute of Health* dans le secteur médical aux USA, que l'investissement public en recherche a un effet positif et significatif sur l'effort de recherche des entreprises privées, effet qu'ils évaluent à parir de la publication de brevets.

Néanmoins, force est de constater que l'intérêt que porte la littérature théorique sur cet acteur public de la recherche est quant à lui bien moindre. Si les travaux sur les *mixed-markets* ([Gil-Molto et al., 2011](#); [Gil-Moltó et al., 2018](#)), traitent effectivement de la coopération entre des entreprises privées et des entreprises publiques du secteur de la R&D, ces modélisations ne tiennent pas compte d'un acteur public de la recherche telle que nous l'entendons ici, à savoir une université ou un laboratoire public. En effet, ces travaux partent du postulat que le décideur public intervient à partir d'une entreprise publique agissant tout à la fois sur le marché de la R&D mais également sur le marché de la production, s'intéressant de fait principalement à l'arbitrage entre nationalisation et privatisation de telles activités de recherche et de production vis-à-vis du bien-être. On peut également citer les travaux de [Carraro and Siniscalco \(2003\)](#) et [Cabon-Dhersin and Taugourdeau \(2018\)](#), qui traitent indirectement de cet acteur public de la recherche au regard de la répartition des chercheurs entre les différents secteurs de recherche. Qui plus est, on peut citer les travaux de [Marinucci \(2014\)](#) qui tente d'intégrer cet acteur public de la recherche à la théorie des réseaux de R&D ([Goyal and Moraga-Gonzalez, 2001](#)). Cependant, au delà de ces rares travaux, il n'existe à notre connaissance pas d'autres travaux théoriques permettant de considérer un acteur public de la recherche tel que nous nous proposons de le modéliser dans ce travail de thèse.

On peut par conséquent se poser la question de la justification d'une recherche directement entreprise par une entité publique plutôt que par une entité privée. Sous-entendu, existe-t-il des différences suffisamment importantes entre les deux secteurs de recherche pour retenir un intérêt économique non-négligeable à la présence d'un secteur public de la recherche dans certains secteurs de recherche jugés stratégiques.

72. D'autres études empiriques vérifient également le lien de co-localisation des activités de recherche privées et publiques ainsi que l'effet positif des dépenses publiques de recherche sur les dépenses du secteur privé. Pour un tour d'horizon de la littérature bibliographique empirique sur ce sujet voir les travaux de [Becker \(2015\)](#).

En effet, en raison des caractéristiques intrinsèques des résultats de la recherche de chacun des deux secteurs (public et privé), on peut naturellement douter de la capacité du secteur privé seul, à prendre en charge l'ensemble des investissements de R&D nécessaires tant au développement économique qu'au bien-être de la société.

En effet, [Archibugi and Filippetti \(2018\)](#) nous expliquent qu'il existe un "gap" important entre la recherche fondamentale et les intérêts du secteur privé de la R&D. Puisque les décisions du secteur privé sont, par construction, guidées par la maximisation des profits, il existe irrémédiablement des projets de recherche qui ne seront pas entrepris. En l'occurrence, les projets dont l'objet concernerait le domaine de la recherche fondamentale ne sont pas définis par une rentabilité suffisante en raison de l'incertitude liée au succès de cette recherche. Dès lors, le secteur privé ne pourra supporter, tout du moins seul, le risque inhérent à de tels projets de recherche. Pourtant, ces mêmes projets étant synonymes de connaissances nouvelles, ce sont ces derniers qui seront les plus générateurs d'améliorations du bien-être et de développement économique. Selon ces auteurs, il existe ainsi une véritable limite au retrait du secteur public au profit du secteur privé dans le processus d'innovation même si, précisent-ils, le secteur privé peut-être jugé plus efficace à mener des projets de recherche en général. Ils ajoutent enfin qu'une diminution de l'investissement public en recherche fondamentale conduira inévitablement à réduire les opportunités commerciales des entreprises privées elles-mêmes.

D'autre part, le soutien au secteur public d'enseignement et de recherche peut également être justifié en sa qualité de producteur de main d'oeuvre spécialisée et hautement qualifiée. [Becker and Pain \(2008\)](#) et [Garcia and Mohnen \(2010\)](#) déterminent ainsi que la ressource en main d'oeuvre hautement qualifiée a des effets positifs et importants sur la R&D privée⁷³. Cette littérature estime en conséquence que l'Etat dispose également d'un rôle à assumer concernant la politique d'éducation et ses investissements dans la formation à la recherche de la main d'oeuvre dans l'objectif de soutenir l'innovation. Qui plus est, certains auteurs tels que [Lahmandi-Ayed and Malouche \(2018\)](#), tendent à prouver que les dépenses de R&D de l'Etat peuvent directement avoir un effet positif sur les niveaux d'éducation à l'avenir, renforçant là encore le pouvoir d'attraction du secteur public de la recherche.

Le second chapitre de ce travail de thèse contribue ainsi à faire avancer la théorie économique en vigueur pour plusieurs raisons. Tout d'abord et comme nous l'avons

73. Ils obtiennent ce résultat que ce soit à partir de l'étude du ratio population diplômée sur population totale ou bien du nombre d'ingénieurs et de scientifiques par rapport à la population totale.

rappelé précédemment, notre travail est à notre connaissance l'un des rares à proposer une telle modélisation théorique regroupant les deux secteurs public et privé de la recherche. De plus, nous étudions l'efficacité croisée de la présence de cet acteur public au regard des choix de coopération en R&D des entreprises. Egalement, notre travail nous permet d'évaluer l'efficacité de cette politique comparativement à la politique consistant à subventionner la recherche privée (chapitre 4), avec des résultats intéressants. Nous tendons effectivement à conclure que la présence d'un secteur public de la recherche, financé par l'Etat, est une politique publique de soutien à l'innovation efficace, en capacité de générer un *effet d'entraînement* sur l'effort privé de recherche. Cette politique est même plus efficace que la politique de financement de la R&D privée sous conditions que les retombées technologiques en provenance du secteur public soient suffisamment élevées. Enfin, nos résultats nous permettent d'affirmer l'hypothèse souvent avancée selon laquelle le secteur public de recherche représente une force d'attractivité des activités privées de recherche, cela en raison des externalités de connaissance générées par les activités de l'acteur public.

Suivant la même approche que dans le chapitre précédent, nous allons traiter la politique de soutien à l'innovation via la présence d'un acteur public de la recherche (notée *SPU*) suivant les trois scénarios habituels :

- (i) La concurrence en R&D.
- (ii) La coordination des efforts de recherche.
- (iii) Le laboratoire commun de recherche.

Enfin, nous procéderons aux diverses comparaisons nécessaires entre coopération et non-coopération en R&D en présence d'un acteur public de la recherche dans un premier temps puis entre les résultats des politiques *SPR* et *SPU* dans un second temps, selon le même fil conducteur que dans le chapitre précédent.

4.1 Le cadre théorique en présence d'un acteur public de la recherche

Nous reprenons pour ce faire le cadre théorique présenté en chapitre 3, auquel nous ajoutons la présence d'un acteur public de la recherche. Ce dernier, financé entièrement par l'Etat, investit lui aussi en R&D afin de maximiser le bien-être social. Nous ne tenons en effet pas compte, afin de simplifier la modélisation, des possibles marchandisations ou contractualisations de la recherche publique auprès d'investisseurs privés. Néanmoins, cette hypothèse n'est en rien réductrice puisque

ces derniers ne représentent que 9% du budget des laboratoires publics, contre 61% en provenance du ministère de la recherche, 8% d'autres subventions publiques (Europe, fondations...) et 22% de contrats de recherche auprès d'organismes financeurs (Institutionnels publics ou non). Qui plus est, cette source de financement supplémentaire pour l'université publique n'est, dans notre objet d'étude, pas primordiale. Comme le résumant les travaux autour de la valorisation commerciale de la recherche publique (Mailhot et al., 2007; Bernatchez, 2010), la recherche universitaire se doit de servir les intérêts nationaux et à ce titre être financée par des fonds publics.

Nous faisons également l'hypothèse que cet effort public de recherche, noté x_{pub} , intervient dans la fonction d'effort effectif des entreprises privées via un transfert de connaissances en provenance du public de façon identique à l'effort de recherche des autres laboratoires privés⁷⁴. Cet acteur se présente alors comme un soutien à la recherche privée dont la fonction objective est celle du bien-être social. Assurément, en investissant dans le secteur public de recherche, les décideurs publics peuvent envisager de se substituer directement au secteur privé de recherche dans certains secteurs stratégiques, mais cette politique représente également un instrument d'intervention étatique permettant de soutenir indirectement la recherche privée via les externalités de connaissance générées par les activités publiques de R&D. Il s'agira ainsi de répondre aux problématiques suivantes :

- La présence d'un secteur public de recherche suffit-elle à rétablir les incitations privées à investir en R&D, liées à l'appropriation partielle des résultats de la recherche ?
- Cette politique de soutien à la recherche conduit-elle à des résultats économiques plus favorables selon que la R&D privée est collaborative ou non ? Le cas échéant, quelle forme de coopération doit-on retenir efficacement ?
- Est-il plus efficace de soutenir directement la R&D privée via des subventions (politique *SPR* développée dans le chapitre 3) ou plutôt indirectement via la présence d'un secteur public de recherche financé par l'Etat (politique *SPU*) ?
- Enfin, quelle politique de soutien à la recherche, *SPU* ou *SPR*, est la plus efficace au regard de son coût social ?

La particularité du scénario ici présenté réside en ce que les firmes bénéficient d'un spillover public émanant du secteur public de la recherche, noté $\alpha \in]0, 1]$,

74. Cette modélisation du secteur public s'inspire de la littérature sur les *Mixed-Markets* (Gil-Molto et al., 2011; Kesavayuth and Zikos, 2013; Gil-Moltó et al., 2018).

qui diffère du degré de spillover inter-firmes⁷⁵. Bien entendu, lorsque $\alpha = 0$, le laboratoire public s'engage dans une stratégie de protection absolue de sa recherche et inversement lorsque $\alpha = 1$, ce dernier partage l'entièreté de ses découvertes de recherche avec les entreprises privées de la R&D. Par ailleurs, ce paramètre α peut s'interpréter de plusieurs façons :

1. Il peut effectivement être perçu comme le degré d'externalités publique de connaissance au même titre que le paramètre β représente le degré d'externalités inter-firmes.
2. Nous pouvons également l'interpréter comme une mesure de la capacité d'absorption de la connaissance produite par le secteur public. En 1990, Cohen et Levinthal définissaient ainsi la capacité d'absorption comme "l'aptitude à reconnaître la valeur de l'information nouvelle, à l'assimiler et à l'appliquer à des fins commerciales" (Cohen and Levinthal, 1990). En effet, il existe une différence importante entre la recherche produite par un premier acteur, source d'externalités de connaissance, et ce que le second acteur peut en tirer pour son propre profit, même si cette connaissance est initialement exempte de toutes barrières juridiques et librement diffusée comme peut supposée l'être la recherche publique.
3. Il peut enfin être perçu comme une mesure inverse de la distance (géographique et technologique) séparant les deux secteurs de recherche. En effet, au même titre que l'externalité inter-firmes, les externalités publiques de connaissance s'intensifient à mesure que les deux entités de recherche (entité émettrice et entité receveuse) sont proches (Jaffe, 1989). S'agissant de l'externalité publique de connaissance, nous pouvons préciser que, dans ce chapitre 4, investir dans la recherche publique peut également être un choix de politique publique visant à former un *cluster* de recherche, regroupant des activités localisées, dans l'objectif de générer des synergies en particulier concernant les activités de R&D.

En lieu et place d'une subvention allouée à la recherche privée, le décideur public, garant de l'optimum social, finance désormais de manière optimale l'effort public de recherche. A l'instar de la démarche usuelle dans la littérature des "*mixed-market*", le financement de la recherche publique est calculé de façon à maximiser la fonction de bien-être :

75. En effet, on peut aisément envisager que les externalités de connaissances soient plus "fluides" lorsqu'elles proviennent du secteur public de la R&D en comparaison de celles en provenance du secteur privé, plus enclin à protéger ses données de recherche (Pour une comparaison analytique entre recherche publique et recherche privée voir les travaux de Archibugi and Filippetti (2015)).

$$SW = \underbrace{\frac{Q^2}{2}}_{\text{Surplus des consommateurs}} + \underbrace{(\pi_i + \pi_j)}_{\text{Surplus des producteurs}} - \underbrace{\gamma_{pu}(x_{pub})^2}_{\text{Financement de la recherche publique}} \quad (4.1)$$

Par ailleurs, l'effort public de R&D fait supporter à l'Etat un coût quadratique (vérifiant des rendements décroissants) : $\gamma_{pu}x_{pub}^2$ avec $\gamma_{pu} > 0$. De manière similaire au paramètre γ_{pr} , qui représente une mesure inverse de l'efficacité de la technologie de R&D utilisée par les firmes privées de la recherche, le paramètre γ_{pu} est une mesure de l'efficacité de la technologie utilisée par le secteur public. En d'autres termes, à mesure que γ_{pu} s'accroît, la recherche publique est de moins en moins efficace et sera de plus en plus coûteuse à entreprendre. Les rendements étant décroissants, un investissement de l'Etat d'un montant $\gamma_{pu}(x_{pub})^2$, ne produira qu'un montant x_{pub} de R&D, ne profitant qu'en proportion α aux entreprises via les externalités publiques. Le profit de la firme est modifié et devient alors :

$$\pi_i(q_i, q_j, x_i, x_j) = (a - Q)q_i - (c - x_i - \beta x_j - \alpha x_{pub})q_i - \gamma_{pr}x_i^2 \quad i \neq j, i, j \in \{1, 2\}$$

4.2 Le scénario non-coopératif en présence d'un acteur public de la recherche

Nous commençons ainsi par traiter de la situation où les firmes ne coopèrent pas dans l'étape de R&D. Le nouveau jeu se présente de la façon suivante :

- 1ère étape : Chaque firme décide de son niveau d'investissement en R&D, noté x_{spu} , tandis que, simultanément, le laboratoire public décide de son effort de recherche, x_{pub} , selon un objectif de maximisation du bien-être social.
- 2ème étape : Chaque firme choisit son niveau de production selon le principe de concurrence à la Cournot.

Le principe de récurrence arrière est utilisé pour résoudre le jeu.

4.2.0.1 Quantités optimales

Nous commençons ainsi par résoudre la dernière étape du jeu, l'étape de production. La quantité optimale est déterminée en maximisant le profit individuel de la

firme i avec $i = 1, 2$ ⁷⁶.

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial q_i} = 0$$

On obtient dès lors les 2 égalités suivantes :

$$a - 2q_1 - q_2 - c + x_1 + \beta x_2 + \alpha x_{pub} = 0$$

$$a - q_1 - 2q_2 - c + x_2 + \beta x_1 + \alpha x_{pub} = 0$$

Soit, par remplacement, les niveaux de production à l'équilibre :

$$q_i(x_i, x_j, x_{pub}) = \frac{A + (2 - \beta)x_i + (2\beta - 1)x_j + \alpha x_{pub}}{3} \quad (4.2)$$

avec $i = \{1, 2\}$

La fonction de profit de fin de première étape devient alors :

$$\pi_i(x_i, x_j, x_{pub})^{NC} = \left(\frac{A + (2 - \beta)x_i + (2\beta - 1)x_j + \alpha x_{pub}}{3} \right)^2 - \gamma_{pr} x_i^2 \quad (4.3)$$

4.2.0.2 Niveaux privés et public de R&D

Pour cette deuxième étape, nous allons procéder comme suit :

- Tout d'abord, nous déterminerons la fonction de réaction du secteur privé de la R&D (pour un niveau donné de recherche du secteur public),
- Nous déterminerons ensuite la fonction de réaction du secteur public (pour un niveau donné de recherche privée),
- Enfin, il en découlera par remplacement les niveaux de R&D à l'équilibre pour chaque secteur.

Tout d'abord, à partir de l'équation de profit obtenue à la fin de l'étape précédente, chaque firme va déterminer son niveau de R&D en maximisant son profit⁷⁷. Il en découle l'égalité suivante :

$$\frac{2}{9}(2 - \beta)(A + (2 - \beta)x_i + (2\beta - 1)x_j + \alpha x_{pub}) - 2\gamma_{pr}x_i = 0$$

76. Les CSO sont toujours respectées.

77. Les CSO sont respectées pour $9\gamma_{pr} > (2 - \beta)^2$.

D'où la solution unique et symétrique, à savoir la fonction de réaction de chaque firme :

$$x_{pr}(x_{pub})^{NC} = \frac{(2 - \beta)(A + \alpha x_{pub})}{9\gamma_{pr} - (2 - \beta)(1 + \beta)} \quad (4.4)$$

On peut remarquer que lorsque la condition locale de stabilité est respectée⁷⁸, le dénominateur de la fonction de réaction privée est positif. On constate alors que l'effort public de recherche "entraîne" positivement l'effort du secteur privé et cela d'autant plus que β est faible et α élevé. On s'aperçoit ainsi que l'effort public de recherche ne tend pas à se substituer à l'effort privé de recherche non-coopératif. Au contraire, on peut en conclure que l'investissement public en R&D induit plutôt un *effet d'entraînement*.

Simultanément, le niveau de R&D publique, x_{pub} , garantissant le bien-être social maximal pour un niveau x_{pr} , est déterminé tel que :

$$\frac{\partial SW^{NC}}{\partial x_{pub}^{NC}} = 8 \frac{\partial q}{\partial x_{pub}} q - 2\gamma_{pu} x_{pub} = 0$$

Il en découle la fonction de réaction du secteur public de la recherche⁷⁹ :

$$x_{pub}(x_{pr})^{NC} = \frac{4\alpha (A + (1 + \beta)x_{pr})}{9\gamma_{pu} - 4\alpha^2} \quad (4.5)$$

L'équation 4.5 permet de constater que le niveau de recherche publique est également positivement corrélé à celui des firmes. Cet effet est par ailleurs renforcé par un niveau élevé d'externalité inter-firmes β et un niveau d'externalité publique α faible. Ce constat peut sembler impromptu puisque le secteur public venant compléter la R&D privée, ce dernier aurait d'autant pu diminuer son investissement en R&D que celui du secteur privé augmentait (en inversement). Pourtant, cette corrélation positive se justifie assez facilement. Puisque pour rappel la R&D publique, via l'externalité, incite positivement la recherche privée, dans l'objectif de profiter entièrement de cet effet incitatif, le secteur public se doit d'augmenter son propre effort de recherche à mesure que celui du secteur privé s'accroît.

A partir des fonctions de meilleures réponses 4.4 et 4.5, on tire les niveaux de R&D d'équilibre :

⁷⁸. Comme nous l'avons indiqué dans le chapitre précédent, la condition locale de stabilité est vérifiée selon les préconisations de [Hinlopen \(2015\)](#).

⁷⁹. La CSO est respectée pour $9\gamma_{pu} > 4\alpha^2$.

$$x_{spu}^{NC} = \frac{(2 - \beta)}{\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - (2 - \beta)(1 + \beta)} A \geq x_{pr}^{NC}, \quad \forall \beta \in]0, 1] \quad (4.6)$$

$$x_{pub}^{NC} = \frac{4\alpha \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}}{\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - (2 - \beta)(1 + \beta)} A \quad (4.7)$$

Il en découle par remplacement l'*ENPS* suivant, que l'on compare directement avec le scénario non-coopératif sans intervention publique :

$$Q_{spu}^{NC} = \frac{6\gamma_{pr}}{\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - (2 - \beta)(1 + \beta)} A \geq Q^{NC}, \quad \forall \beta \in]0, 1] \quad (4.8)$$

$$XT_{spu}^{NC} = 2x_{spu}^{NC} + x_{pub}^{NC} = \frac{2(2 - \beta) + 4\alpha \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}}{\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - (2 - \beta)(1 + \beta)} A \geq XT^{NC}, \quad \forall \beta \in]0, 1] \quad (4.9)$$

$$\pi_{spu}^{NC} = \frac{\gamma_{pr}(9\gamma_{pr} - (2 - \beta)^2)}{\left(\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - (2 - \beta)(1 + \beta)\right)^2} A^2 \geq \pi^{NC}, \quad \forall \beta \in]0, 1] \quad (4.10)$$

$$SW_{spu}^{NC} = \frac{2\gamma_{pr} \left(2\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - (2 - \beta)^2\right)}{\left(\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - (2 - \beta)(1 + \beta)\right)^2} A^2 \geq SW^{NC}, \quad \forall \beta \in]0, 1] \quad (4.11)$$

Enfin, on peut également déterminer les fonctions de coût social (SC_{spu}^{NC}) et d'efficacité (EFF_{spu}^{NC}) de la politique *SPU* dans le scénario non-coopératif :

$$SC_{spu}^{NC} = \gamma_{pu} \cdot (x_{pub}^{NC})^2 = \frac{16\alpha^2 \frac{\gamma_{pr}^2}{\gamma_{pu}}}{\left(\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - (2 - \beta)(1 + \beta)\right)^2} A^2 \quad (4.12)$$

$$EFF_{spu}^{NC} = \frac{SW_{spu}^{NC} - SW^{NC}}{SC_{spu}^{NC}}$$

Ce qui donne :

$$EFF_{spu}^{NC} = \frac{9\frac{\gamma_{pr}^2}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - (2 - \beta)^2(9\gamma_{pr} - 2\alpha^2\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} - (1 + \beta)(1 - 2\beta))}{(9\gamma_{pr} - (2 - \beta)(1 + \beta))^2} \quad (4.13)$$

On peut étudier l'effet des externalités sur les différents résultats de l'équilibre non-coopératif.

Lemma 9. $\forall \beta$ et $\forall \alpha \in]0, 1]$:

- (i) $\frac{\partial x_{pub}^{NC}}{\partial \beta} \geq 0$
- (ii) $\frac{\partial x_{pr}^{NC}}{\partial \beta} \leq 0$
- (iii) $\frac{\partial x_{pub}^{NC}}{\partial \alpha} \geq 0$
- (iv) $\frac{\partial x_{pr}^{NC}}{\partial \alpha} \geq 0$

Nous pouvons ainsi constater que plus la recherche publique aura vocation à être diffusée, plus elle sera élevée. Ce résultat pourrait nous paraître contre-intuitif si l'on essayait de l'expliquer à partir des mêmes effets que pour les firmes privées de la R&D. Pour rappel, le secteur public de recherche ne doit son existence qu'au constat de déficit d'investissement privé en R&D. De ce fait, à mesure que l'externalité publique de connaissance est élevée, la recherche publique profite davantage aux firmes privées, qui augmenteront via un effet incitatif leurs propres investissements en R&D. Il apparaît donc tout naturel que l'effort public de recherche soit plus élevé pour des niveaux élevés de spillover public (α) puisque c'est à la condition que ce degré d'externalités publiques soit élevé que la politique de soutien à l'innovation est la plus efficace. De même, sachant que les entreprises privées de la R&D vont réduire leurs investissements en recherche à mesure que celle-ci profite de plus en plus à ses concurrentes, il paraît logique que l'effort public de recherche augmente avec ce degré de spillover inter-firmes afin de compenser, en partie, son effet négatif sur la recherche privée.

Concernant la recherche privée, comme nous l'avons déjà remarqué, la présence d'un acteur public de recherche ne permet finalement pas de résoudre la défaillance du marché de la R&D : l'effet désincitatif du degré de spillover inter-firmes sur l'investissement privé en R&D (en effet $\frac{\partial x_{spu}^{NC}}{\partial \beta} < 0$). Pour autant, la présence d'externalités publiques de connaissance permet d'accroître le niveau de R&D privée et

de résoudre en partie l'écart entre le niveau constaté de R&D privée et le niveau socialement optimal.

Lemma 10. *Dans le scénario non-coopératif avec acteur public de la recherche, les surplus des producteurs et consommateurs dépendent des niveaux de spillovers inter-firmes (β) et public (α) de la façon suivante :*

$$\forall \beta \in]0, 1] \quad \text{et} \quad \forall \alpha \in]0, 1] : \begin{array}{l} (i) \quad \frac{\partial Q_{spu}^{NC}}{\partial \beta} \geq 0 \\ (ii) \quad \frac{\partial \pi_{spu}^{NC}}{\partial \beta} \geq 0 \\ (iii) \quad \frac{\partial Q_{spu}^{NC}}{\partial \alpha} \geq 0 \\ (iv) \quad \frac{\partial \pi_{spu}^{NC}}{\partial \alpha} \geq 0 \end{array}$$

On peut en conclure qu'en présence d'un acteur public de la recherche, l'ensemble des agents privés (consommateurs et producteurs) profitent de l'augmentation des degrés d'externalités inter-firmes et publiques de connaissance. Dans ce cas, le rôle du décideur, dans un scénario où les entreprises se concurrencent en R&D, semble être de financer un secteur public de la recherche sous conditions que la recherche entreprise par ce dernier profite largement au secteur privé de la R&D. Ce résultat plaide donc pour un rapprochement des secteurs public et privé de la recherche.

4.3 Scénario coopératif en présence d'un acteur public de la recherche

4.3.1 La coordination des efforts de R&D en présence d'un acteur public de la recherche

Passons à présent au second scénario envisagé, la coordination des efforts, ce qui revient à considérer que l'objectif des firmes, lors de la seconde étape de résolution du jeu, devient la maximisation de la somme des profits.

Nous pouvons repartir des résultats obtenus à l'issue de l'étape de production du scénario non-coopératif précédent, puisque les firmes s'y concurrencent également à la Cournot :

$$q_i = \frac{A + (2 - \beta)x_i + (2\beta - 1)x_j + \alpha x_{pub}}{3} \quad (4.14)$$

avec $i = \{1, 2\}$

et

$$\pi_i(x_i, x_j, x_{pub}) = \left(\frac{A + (2 - \beta)x_i + (2\beta - 1)x_j + \alpha x_{pub}}{3} \right)^2 - \gamma_{pr} x_i^2 \quad (4.15)$$

Lors de l'étape de R&D, les firmes adoptent la maximisation du profit de coordination :

$$\Pi_{spu}^C = \sum_{i=1}^2 \left\{ \left(\frac{A + (2 - \beta)x_i + (2\beta - 1)x_j + \alpha x_{pub}}{3} \right)^2 - \gamma_{pr} x_i^2 \right\} \quad (4.16)$$

En considérant une solution symétrique $x_{pr}^C = x_i = x_j$, on obtient à partir des conditions de premier ordre la solution d'équilibre unique répondant à la coordination des efforts de R&D⁸⁰ :

$$\frac{\partial \Pi_{pu}^C}{\partial x_i} = 2 \frac{\partial q_i}{\partial x_i} q_i + 2 \frac{\partial q_j}{\partial x_i} q_j - 2\gamma_{pr} x_i = 0$$

D'où la fonction de réaction du secteur privé, pour un niveau donné de recherche publique :

$$\Leftrightarrow x_{pr}^C(x_{pub}) = \frac{(1 + \beta)(A + \alpha x_{pub})}{9 - (1 + \beta)^2} \quad (4.17)$$

On peut là encore remarquer que le niveau de R&D privée est positivement corrélé au niveau de recherche publique, nous permettant de retenir comme dans le scénario non-coopératif à un effet d'entraînement de la recherche publique sur celle des firmes.

Dans un second temps, nous pouvons déterminer la fonction de réaction du secteur public, à savoir le niveau de recherche du secteur public pour un niveau donné de R&D du secteur privé⁸¹ :

$$\begin{aligned} \frac{\partial SW_{spu}^C}{\partial x_{pub}} &= 8 \frac{\partial q}{\partial x_{pub}} q - 2\gamma_{pu} x_{pub} = 0 \\ \Leftrightarrow x_{pub}^C(x_{pr}) &= \frac{4\alpha(A + (1 + \beta)x_{pr})}{9\gamma_{pu} - 4\alpha^2} \end{aligned} \quad (4.18)$$

80. Les conditions de 2nd ordre sont vérifiées : $9\gamma_{pr} > (2 - \beta)(1 + \beta)$.

81. La CSO est respectée pour : $9\gamma_{pu} > 4\alpha^2$.

Le constat concernant l'effort public de recherche est semblable à celui du scénario non-coopératif, positivement corrélé au niveau de R&D privée. Plus le niveau de la R&D privée sera élevée, plus le secteur public investira afin de l'accompagner.

En partant des fonctions de meilleures réponses 4.17 et 4.18, on obtient les niveaux de R&D à l'équilibre :

$$x_{spu}^C = \frac{(1 + \beta)}{\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - (1 + \beta)^2} A \quad (4.19)$$

Et

$$x_{pub}^C = \frac{4\alpha \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}}{\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - (1 + \beta)^2} A \quad (4.20)$$

Par remplacement on en tire l'EPNS :

$$Q_{spu}^C = \frac{6\gamma_{pr}}{\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - (1 + \beta)^2} A > Q^C \quad (4.21)$$

$$XT_{spu}^C = \frac{2(1 + \beta) + 4\alpha \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}}{\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - (1 + \beta)^2} A > XT^C \quad (4.22)$$

$$\pi_{spu}^C = \frac{\gamma_{pr}(9\gamma_{pr} - (1 + \beta)^2)}{\left(\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - (1 + \beta)^2\right)^2} A^2 > \pi^C \quad (4.23)$$

$$SW_{spu}^C = \frac{2\gamma_{pr} \left(2\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - (1 + \beta)^2\right)}{\left(\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - (1 + \beta)^2\right)^2} A^2 > SW^C \quad (4.24)$$

$$SC_{spu}^C = \gamma_{pu}(x_{pub}^C)^2 = \frac{16\alpha^2 \frac{\gamma_{pr}^2}{\gamma_{pu}}}{\left(\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - (1 + \beta)^2\right)^2} A^2 \quad (4.25)$$

$$EFF_{spu}^C = \frac{SW_{spu}^C - SW^C}{SC_{spu}^C} = \frac{\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pr}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - (1 + \beta)^2(9\gamma_{pu} - 2\alpha^2))}{(9\gamma_{pr} - (1 + \beta)^2)^2} \quad (4.26)$$

On déduit ici de nos résultats d'équilibre que la seule présence d'un acteur public de la recherche générant des externalités positives sur la recherche privée induit de meilleurs résultats selon tous les résultats, comparativement au scénario sans intervention publique, démontrant une fois encore l'effet incitatif de la recherche publique sur celle du secteur privé.

On peut étudier l'effet de l'externalité inter-firmes sur les différents résultats de l'équilibre coopératif.

Lemma 11. $\forall \beta$ et $\forall \alpha \in]0, 1]$:

$$\begin{aligned} (i) \quad & \frac{\partial x_{spu}^C}{\partial \beta} > 0 \\ (ii) \quad & \frac{\partial x_{pub}^C}{\partial \beta} > 0 \\ (iii) \quad & \frac{\partial Q_{spu}^C}{\partial \beta} > 0 \\ (iv) \quad & \frac{\partial \pi_{spu}^C}{\partial \beta} > 0 \end{aligned}$$

La seule différence avec le scénario non-coopératif réside en ce que la coopération accroît les efforts de R&D des firmes lorsque le degré de spillovers augmente. On y retrouve l'effet positif des spillovers inter-firmes sur la recherche publique, celle-ci étant d'autant plus élevée qu'elle aura vocation à se diffuser vers le secteur privé, rejoignant de fait l'objectif de soutien à la R&D privée fixé par le décideur public. Enfin, l'externalité publique stimule également les surplus du consommateur et du producteur quelque soit la forme d'organisation de la recherche retenue (coopération ou non-coopération).

4.3.2 Le laboratoire commun (J) en présence d'un acteur public de la recherche

Traisons enfin le cas du laboratoire commun. Comme précédemment, les deux entreprises choisissent leur effort joint de R&D, à savoir ici X^J , tel qu'il maximise le profit joint, noté Π .

La fonction de profit joint s'écrit :

$$\Pi^J(q_i, q_j, X_{pr}, x_{pub}) = 2((a - q_i - q_j)q_i - (c - X_{pr} + \alpha x_{pub})q_i) - \gamma_{pr} X_{pr}^2 \quad (4.27)$$

Le bien-être devient :

$$SW_J = \frac{Q^2}{2} + \Pi^J - s\gamma_{pu} x_{pub}^2 \quad (4.28)$$

4.3.2.1 Quantités optimales

Selon le même raisonnement que précédemment, il en découle une quantité d'équilibre équivalente à :

$$q^J(X_{pr}, x_{pub}) = \frac{A + X_{pr} + \alpha x_{pub}}{3} \quad (4.29)$$

En reprenant la fonction de profit initiale, tout en y intégrant les quantités obtenues précédemment, il en découle le profit joint à la fin de cette première étape :

$$\Pi^J = \frac{2}{9}(A + X_{pr} + \alpha x_{pub})^2 - \gamma_{pr} X_{pr}^2 \quad (4.30)$$

4.3.2.2 Efforts de R&D

Afin de déterminer la fonction de réaction du laboratoire commun, pour un niveau donné de recherche publique (x_{pub}), nous devons résoudre :

$$\frac{\partial \Pi^J}{\partial X_{pr}} = 0$$

C'est à dire :

$$\frac{4}{9}(A + X_{pr} + \alpha x_{pub}) - 2\gamma_{pr} X_{pr} = 0$$

Il en découle une solution unique⁸² :

$$X_{pr}^J(x_{pub}) = \frac{2(A + \alpha x_{pub})}{9\gamma_{pr} - 2} \quad (4.31)$$

On remarque que l'effort public de recherche influe positivement sur le niveau de l'effort privé, ce qui semble confirmer dans le cadre du laboratoire commun notre hypothèse d'effet d'entraînement de la dépense publique en R&D.

Passons désormais à la décision de cet acteur public concernant son niveau d'investissement optimal en R&D, celui qui par hypothèse maximise la fonction de bien-être⁸³, à savoir :

$$\frac{\partial SW_{spu}^J}{\partial x_{pub}} = 8 \frac{\partial q}{\partial x_{pub}} q - 2\gamma_{pu} x_{pub} = 0$$

Soit in fine la fonction de meilleure réponse du secteur public :

82. La CSO est respectée pour : $9\gamma_{pr} > 2$.

83. La CSO est respectée pour : $9\gamma_{pu} > 4\alpha^2$.

$$x_{pub}^J(X_{pr}) = \frac{4\alpha(A + X_{pr})}{9\gamma_{pu} - 4\alpha^2} \quad (4.32)$$

Ce qui donne après remplacement :

$$X_{spu}^J = \frac{2}{\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - 2} A > X^J \quad (4.33)$$

soit un niveau individuel de R&D $x_{spu}^J = \frac{1}{\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - 2} A$

et

$$x_{pub}^J = \frac{4\alpha \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}}{\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - 2} A \quad (4.34)$$

Le financement d'un acteur public de la recherche, impliquant des externalités technologiques positives, permet de stimuler l'effort de recherche dans le cadre d'un laboratoire commun de recherche.

4.3.2.3 L'équilibre parfait de Nash en sous-jeux :

On peut déterminer l'EPNS par remplacement :

$$Q_{spu}^J = \frac{6\gamma_{pr}}{\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - 2} A > Q^J \quad (4.35)$$

$$\pi_{spu}^J = \frac{\gamma_{pr}(9\gamma_{pr} - 2)}{\left(\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - 2\right)^2} A^2 > \pi^J$$

$$SW_{spu}^J = \frac{2\gamma_{pr} \left(2\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - 2\right)}{\left(\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - 2\right)^2} A^2 > SW^J \quad (4.36)$$

$$SC_{spu}^J = \gamma_{pu}(x_{pub}^J)^2 = \frac{16\alpha^2 \frac{\gamma_{pr}^2}{\gamma_{pu}}}{\left(\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - 2\right)^2} A^2 \quad (4.37)$$

$$EFF_{spu}^J = \frac{SW_{spu}^J - SW^J}{SC_{spu}^J} = \frac{\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pr}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - 2(9\gamma_{pu} - 2\alpha^2))}{(9\gamma_{pr} - 2)^2} \quad (4.38)$$

Il en résulte d'ores et déjà que la seule présence d'un acteur public de la recherche permet d'augmenter tous les résultats des scénarios coopératifs (efforts, quantités produites, profits et bien-être), comparativement à la situation sans politique publique (situation de référence développée dans le chapitre 3, section 1).

4.4 Comparaisons

Dans un premier temps, nous allons procéder à la comparaison des résultats d'équilibre entre la non-coopération et la coopération en présence d'un acteur public de la recherche. Puis dans un deuxième temps, nous comparons l'efficacité de la politique *SPU* au regard des résultats de la politique *SPR* (cf chapitre 3).

4.4.1 Comparaison des scénarios coopératif et non-coopératif en présence d'un acteur public de la recherche

Nous pouvons maintenant comparer les scénarios coopératifs et non-coopératif. Le tableau 4.1 récapitule les différents résultats d'équilibre obtenus précédemment.

	NC	C	J
x_{spu}	$\frac{(2-\beta)}{X} A$	$\frac{(1+\beta)}{Y} A$	$\frac{1}{Z} A$
x_{pub}	$\frac{4\alpha \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}}{X} A$	$\frac{4\alpha \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}}{Y} A$	$\frac{4\alpha \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}}{Z} A$
XT_{spu}	$\frac{2(2-\beta)+4\alpha \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}}{X} A$	$\frac{2(1+\beta)+4\alpha \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}}{Y} A$	$\frac{2+4\alpha \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}}{Z} A$
Q_{spu}	$\frac{6\gamma_{pr}}{X} A$	$\frac{6\gamma_{pr}}{Y} A$	$\frac{6\gamma_{pr}}{Z} A$
π_{spu}	$\frac{\gamma_{pr}(9\gamma_{pr}-(2-\beta)^2)}{X^2} A^2$	$\frac{\gamma_{pr}(9\gamma_{pr}-(1+\beta)^2)}{Y^2} A^2$	$\frac{\gamma_{pr}(9\gamma_{pr}-2)}{Z^2} A^2$
SW_{spu}	$\frac{2\gamma_{pr} \left(2 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} (9\gamma_{pu}-4\alpha^2) - (2-\beta)^2 \right)}{X^2} A^2$	$\frac{2\gamma_{pr} \left(2 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} (9\gamma_{pu}-4\alpha^2) - (1+\beta)^2 \right)}{Y^2} A^2$	$\frac{2\gamma_{pr} \left(2 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} (9\gamma_{pu}-4\alpha^2) - 2 \right)}{Z^2} A^2$

Table 4.1 – Output privé de R&D, Output public de R&D, output total de R&D, surplus des consommateurs, profit individuel, surplus total

$$A = (a-c), \quad X = \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} (9\gamma_{pu}-4\alpha^2) - (2-\beta)(1+\beta), \quad Y = \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} (9\gamma_{pu}-4\alpha^2) - (1+\beta)^2, \quad Z = \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} (9\gamma_{pu}-4\alpha^2) - 2$$

Nous en tirons la proposition suivante illustrée par les figures 4.4 à 4.9 :

Proposition 4.1. $\forall \alpha \in]0, 1]$ la politique SPU donne :

$$\begin{aligned}
 1. & \left\{ \begin{array}{l} x_{spu}^C \geq (\leq) x_{pr}^{NC} \quad si \quad \beta \geq (\leq) 0.5 \\ x_{spu}^J \leq x_{pr}^{NC} \quad \forall \beta \in]0, 1] \\ x_{spu}^J \geq (\leq) x_{pr}^C \quad si \quad \beta \leq (\geq) \bar{\beta}_1 \end{array} \right. \\
 2. & \left\{ \begin{array}{l} x_{pub}^C \geq (\leq) x_{pub}^{NC} \quad si \quad \beta \geq (\leq) 0.5 \\ x_{pub}^J \leq x_{pub}^{NC} \quad \forall \beta \in]0, 1] \\ x_{pub}^J \geq (\leq) x_{pub}^C \quad si \quad \beta \leq (\geq) 0.41 \end{array} \right. \\
 3. & \left\{ \begin{array}{l} Q_{spu}^C \geq (\leq) Q_{spu}^{NC} \quad si \quad \beta \geq (\leq) 0.5 \\ Q_{spu}^J \leq Q_{spu}^{NC} \quad \forall \beta \in]0, 1] \\ Q_{spu}^J \geq (\leq) Q_{spu}^C \quad si \quad \beta \leq (\geq) 0.41 \end{array} \right. \\
 4. & \left\{ \begin{array}{l} \pi_{spu}^C \geq (\leq) \pi_{spu}^{NC} \quad si \quad \beta \geq (\leq) 0.5 \\ \pi_{spu}^J \geq (\leq) \pi_{spu}^{NC} \quad si \quad \beta \leq (\geq) \bar{\beta}_2 \\ \pi_{spu}^J \geq (\leq) \pi_{spu}^C \quad si \quad \beta \leq (\geq) 0.41 \end{array} \right. \\
 5. & \left\{ \begin{array}{l} SW_{spu}^C \geq (\leq) SW_{spu}^{NC} \quad si \quad \beta \geq (\leq) 0.5 \\ SW_{spu}^J \geq (\leq) SW_{spu}^{NC} \quad si \quad \beta \leq (\geq) \bar{\beta}_3 \\ SW_{spu}^J \geq (\leq) SW_{spu}^C \quad si \quad \beta \leq (\geq) 0.41 \end{array} \right.
 \end{aligned}$$

Avec $\bar{\beta}_1, \bar{\beta}_2$ et $\bar{\beta}_3 \in]0, 0.5[$

Preuves : Voir annexe I.1.F.

La proposition 4.1 met en avant la performance (en termes d'efforts de R&D, des surplus des producteurs et des consommateurs) de la coordination des efforts de R&D en présence d'un acteur public de la recherche lorsque le degré de spillovers est élevé ($\beta > 0.5$). Au contraire, pour des niveaux de spillovers faibles, la non-coopération en R&D est la plus performante au regard de l'ensemble des critères. Concernant le laboratoire commun de recherche, on peut conclure à sa faible efficacité puisque celui-ci est toujours moins performant que l'un des autres scénarios, en termes de niveaux de R&D publique et privées ainsi que de surplus du consommateur. Ce cadre coopératif peut cependant être choisi par les firmes puisque le surplus du producteur peut y être plus élevé pour des niveaux très faibles de spillovers inter-firmes.

Proposition 4.2. *Quelque soit le scénario considéré (NC, C ou J) $\forall \beta$ et $\forall \alpha \in]0, 1]$:*

$$\frac{\partial x_{spu}^{NC,C,J}}{\partial \alpha}, \frac{\partial x_{pub}^{NC,C,J}}{\partial \alpha}, \frac{\partial Q_{spu}^{NC,C,J}}{\partial \alpha}, \frac{\partial \pi_{spu}^{NC,C,J}}{\partial \alpha}, \frac{\partial SW_{spu}^{NC,C,J}}{\partial \alpha} > 0$$

Preuves : Voir annexe I.1.G.

La proposition 4.2 relève un résultat des plus intéressants, à même d'éclairer le décideur public dans la mise en place d'une politique de soutien à l'innovation. D'une manière assez claire, le choix de soutenir un secteur public de la recherche permet l'amélioration de la "situation naturelle" avant intervention. Qui plus est, cette performance de la politique *SPU* se trouve être d'autant plus vérifiée que le degré d'externalité publique est élevé. Nous pouvons en effet constater que les niveaux de R&D privées, les surplus des consommateurs et des producteurs, ainsi que le bien-être social, augmentent à mesure que les recherches du secteur public profitent au secteur privé de la R&D. Le choix du décideur public, dont l'objectif est d'atteindre l'optimum social, doit ainsi inciter à une meilleure circulation de l'information entre les deux secteurs, que ce soit au travers de la mise à disposition sans réserves des résultats de la recherche publique, ou bien par le biais du rapprochement tant technologique que géographique entre ces derniers. Ce résultat est d'autant plus intéressant que les entreprises privées sont elles même incitées à ce que l'externalité publique soit la plus importante possible (pour rappel $\frac{\partial \pi_{spu}^{NC,C,J}}{\partial \alpha} > 0$) en optant notamment pour une proximité géographique accrue par rapport au secteur public (Leyden et al., 2008).

De plus, le fait que l'externalité publique impacte positivement l'effort privée de R&D nous permet, comme nous l'avons fait précédemment à partir des fonctions de réaction du secteur privé, de rejeter l'hypothèse de substituabilité et d'*effet d'aubaine* de l'effort public sur l'effort privé de recherche. Indubitablement, lorsque le secteur public de R&D augmente son effort de recherche, le secteur privé n'en "profite" pas pour réduire d'autant son propre effort en proportion de ce qu'il reçoit de connaissance publique via le spillover public. Néanmoins, la seule présence d'un secteur public de la recherche ne suffit pas à rétablir le déficit d'incitations à investir en R&D du secteur privé lié à la présence de spillover inter-firmes (pour rappel $\frac{\partial x_{spu}^{NC}}{\partial \beta} < 0$).

Le lemme suivant précise l'effet incitatif de l'externalité publique sur l'effort de recherche des entreprises privées en fonction des scénarios envisagés :

Lemma 12. *Comparaison de l'impact de l'externalité publique sur l'effort de recherche des entreprises en fonction des scénarios :*

$$\frac{\partial x_{spu}^C}{\partial \alpha} \geq \frac{\partial x_{spu}^{NC}}{\partial \alpha} \geq \frac{\partial x_{spu}^J}{\partial \alpha} > 0$$

si $\beta > 0.5$.

Et

$$\frac{\partial x_{spu}^{NC}}{\partial \alpha} \geq \frac{\partial x_{spu}^C}{\partial \alpha} \geq \frac{\partial x_{spu}^J}{\partial \alpha} > 0$$

si $\beta < 0.5$.

Preuves : Les preuves sont évidentes.

De manière générale, l'effort privé de recherche est impacté positivement par l'externalité publique. Cet effet incitatif de l'externalité publique est plus élevé lorsque les firmes coordonnent leurs efforts de recherche pour des niveaux de spillovers inter-firmes élevés, et inversement pour des niveaux faibles de spillovers inter-firmes, l'externalité publique incite de manière plus importante la recherche non-coopérative. On peut également s'apercevoir que l'externalité publique est la moins favorable à l'effort de recherche lorsque les firmes coopèrent au sein d'un laboratoire commun.

Le lemme suivant se propose d'étudier la performance de chacun des scénarios aux regards des coûts (SC_{spu}) que la politique SPU implique et de la mesure de son efficacité (EFF_{spu}) (cf figures 4.2 et 4.3) :

Lemma 13. $\forall \alpha \in]0, 1]$:

$$1. \begin{cases} SC_{spu}^C \geq (\leq) SC_{spu}^{NC} & \text{si } \beta \geq (\leq) 0.5 \\ SC_{spu}^J \geq (\leq) SC_{spu}^C & \text{si } \beta \leq (\geq) 0.41 \\ SC_{spu}^J \leq SC_{spu}^{NC} & \forall \beta \in]0, 1] \end{cases}$$

$$2. \begin{cases} Eff_{spu}^C \geq (\leq) Eff_{spu}^{NC} & \text{si } \beta \leq (\geq) 0.5 \\ Eff_{spu}^J \geq (\leq) Eff_{spu}^C & \text{si } \beta \leq (\geq) 0.41 \\ Eff_{spu}^J \geq Eff_{spu}^{NC} & \text{si } \beta \leq (\geq) 0.47 \end{cases}$$

Preuves : Voir annexe I.1.H.

Comme le montre le lemme précédent et les graphiques 4.2 et 4.3, la politique SPU est plus coûteuse lorsque les entreprises ne coopèrent pas, pour des niveaux de spillovers inter-firmes faibles ($\beta < 0.5$), alors qu'à l'inverse pour des niveaux élevés ($\beta > 0.5$), la politique SPU sera plus coûteuse lorsque les firmes coordonneront leurs efforts. Comme pour le cas de la politique SPR , le choix du décideur public n'est en conséquence pas aisé. Si la coordination des efforts en présence d'un acteur public de la recherche est la plus efficace pour des degrés d'externalité inter-firmes élevés, c'est également la situation la plus coûteuse pour le budget de l'Etat, qui doit de fait investir plus massivement dans son secteur public de la R&D. A l'inverse, toujours pour des spillovers élevés, la recherche non-coopérative n'est pas la plus performante du point de vue des différents surplus et de l'output total de R&D, mais

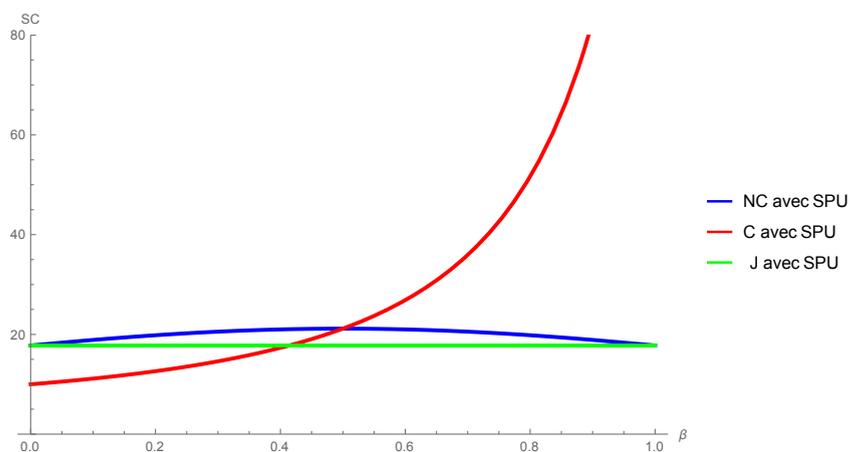


Figure 4.2 – Coût social de la politique SPU avec $\alpha = 1$ et $\gamma_{pr} = \gamma_{pu} = 1$).

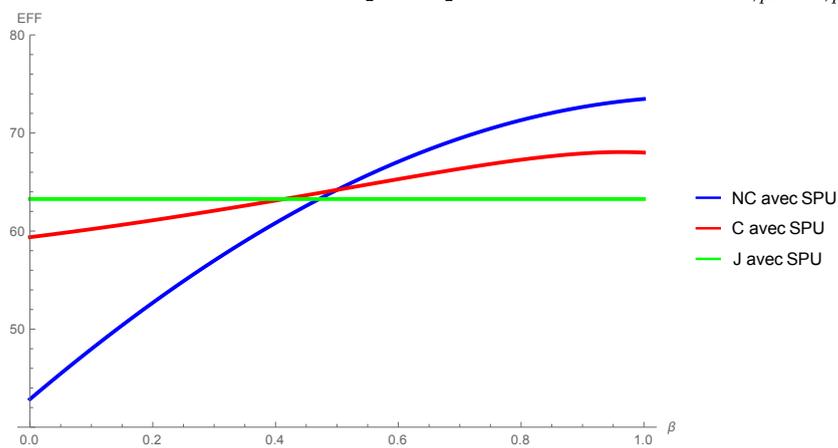


Figure 4.3 – Mesure de l'efficacité de la politique SPU avec $\alpha = 1$ et $\gamma_{pr} = \gamma_{pu} = 1$).

pour autant c'est ce scénario qui impactera le moins le budget de l'Etat (l'analyse est inversée pour des spillovers faibles). A noter que la situation où les entreprises se regrouperaient au sein d'un laboratoire commun de recherche n'est pour sa part jamais la situation la plus onéreuse pour le budget de l'Etat (on peut toujours trouver un autre scénario plus coûteux), mais n'est pour autant la plus performante du point de vue du bien-être que pour des spillovers très faibles.

Il semble donc intéressant là encore de comparer l'effet de la présence d'un acteur public de la recherche dans le but de soutenir la R&D privée, comparativement à son impact sur le budget de l'Etat. C'est ce que nous permet d'analyser la variable EFF_{spu} dont le graphique 4.3 propose une comparaison pour les trois scénarios. On peut s'apercevoir logiquement, que pour des spillovers inter-firmes faibles, le scénario le plus efficace semble être le laboratoire commun, il permet effectivement d'améliorer le plus favorablement le bien-être pour un budget public donné. Pour les mêmes raisons, pour un niveau de spillover intermédiaire, la coordination des efforts semble être à privilégier. Contre-intuitivement, la coordination des efforts n'est pas la situation la plus efficace au regard de son coût social pour des spillovers élevés. Bien que cette dernière soit effectivement le scénario le plus performant du point de vue du bien-être, comparativement aux deux autres scénarios considérés, le coût social lié à la présence d'un acteur public de la recherche est trop élevé au regard de l'amélioration induite du bien-être. On peut effectivement constater que l'introduction d'un secteur public de R&D est pour des spillovers élevés ($\beta > 0.5$) la plus efficace lorsque les firmes ne coopèrent pas.

Dès lors, si l'on considère que l'Etat a un quelconque pouvoir d'incitation concernant le choix de structuration de la recherche privée (NC, C et J), il semble que pour les technologies les moins diffusables (spillovers faibles) et en présence d'un secteur public de la recherche, il faille privilégier des scénarios coopératifs (J ou C) puisque ce sont ces derniers qui lui permettent d'améliorer le plus favorablement le bien-être pour un budget contraint. Inversement, pour les secteurs d'activités dont la R&D est la moins appropriable (spillovers élevés), il faudra que le décideur public privilégie une structuration de la recherche non-coopérative si son objectif est l'amélioration efficace du bien-être pour un budget contraint.

Ce résultat va à l'encontre de la théorie en vigueur qui tend au contraire à privilégier les structures coopératives pour des degrés d'externalités inter-firmes de connaissances élevés, et non-coopératives pour des spillovers faibles. Néanmoins, cette conclusion ne tient que si l'action publique est contrainte par un budget restreint. Bien entendu, si le budget de l'Etat concernant sa politique d'innovation est

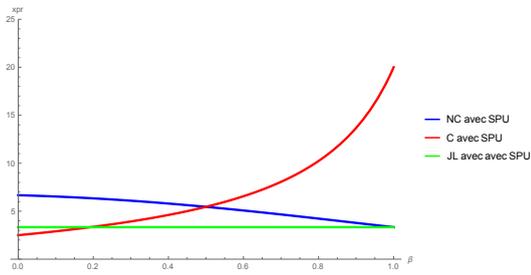


Figure 4.4 – Output individuel de R&D privée avec $\alpha = 1$ et $\gamma_{pr} = \gamma_{pu} = 1$

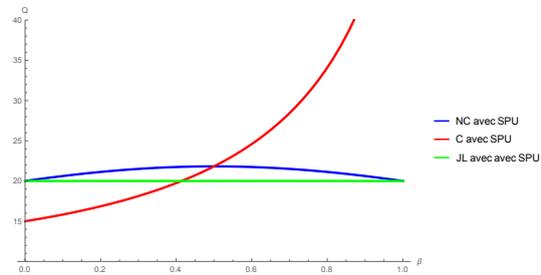


Figure 4.7 – Output total avec $\alpha = 1$ et $\gamma_{pr} = \gamma_{pu} = 1$

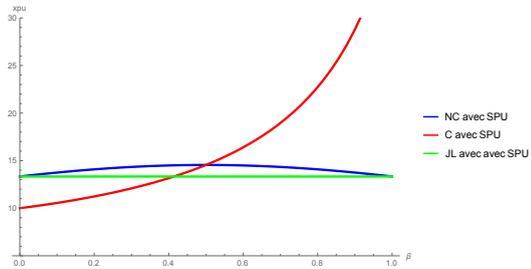


Figure 4.5 – Output public de R&D avec $\alpha = 1$ et $\gamma_{pr} = \gamma_{pu} = 1$

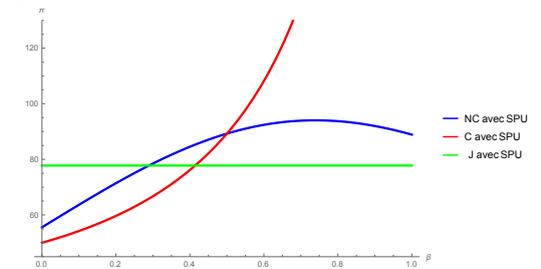


Figure 4.8 – Profit individuel avec $\alpha = 1$ et $\gamma_{pr} = \gamma_{pu} = 1$

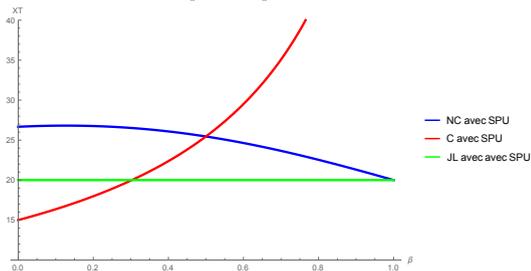


Figure 4.6 – Output total de R&D avec $\alpha = 1$ et $\gamma_{pr} = \gamma_{pu} = 1$

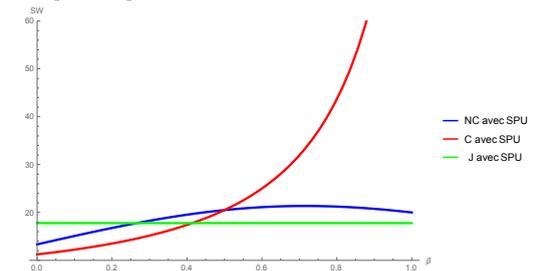


Figure 4.9 – Bien-être social avec $\alpha = 1$ et $\gamma_{pr} = \gamma_{pu} = 1$

non contraint, illimité, dans ce cas il faut en rester aux conclusions habituelles, à savoir plutôt privilégier la concurrence pour des activités dont la recherche est fortement appropriable et la coordination des efforts pour des activités dont la recherche est à l'inverse largement diffuse.

On retiendra en définitive que la politique *SPU* dans un cadre coopératif n'est pas la plus efficace au regard de son coût pour des degrés d'externalités inter-firmes élevés.

4.4.2 Coopération versus présence d'un acteur public de la recherche

La question ici posée est de savoir si la présence d'un acteur public de la recherche venant soutenir l'activité privée de R&D, fait mieux que la coordination des efforts sans intervention publique (ni *SPU* ni *SPR*) dans la résolution du déficit social en R&D privée. La réponse à cette question est la suivante :

Lemma 14. $\forall \beta \in]0, 1]$

- *Quelque soit le scénario considéré (NC, C ou J), la présence d'un acteur public de la recherche, dont l'investissement en R&D est déterminé de manière optimale, permet d'accroître le niveau total de R&D, les surplus des consommateurs et des producteurs ainsi que le bien-être, quelque soit le degré d'externalité publique.*

Preuves : Les preuves sont évidentes.

Compte tenu de nos résultats théoriques, nous pouvons affirmer que la politique *SPU*, consistant pour l'Etat à investir directement en R&D à partir d'un secteur public de la recherche, est une politique efficace selon l'ensemble des critères de performance. Nous observons par ailleurs que cette efficacité n'est pas conditionnée au degré d'externalité publique. Qui plus est, sous conditions que la recherche du secteur public profite assez largement aux entreprises privées de la R&D, c'est-à-dire α proche de 1, la politique *SPU* non-coopérative est plus efficace que la seule coordination des efforts sans intervention publique.

4.4.3 Comparaison des politiques publiques d'aide à l'innovation.

Nous allons maintenant comparer les politiques publiques *SPU* et *SPR* entre elles. Pour ce faire, nous nous concentrons sur l'analyse des structures coopératives de recherche : les *clusters*. Dans cette optique, à savoir un cadre de coopération en R&D, nous ne traiterons que des deux scénarios coopératifs : la coordination des efforts de R&D (C) et le laboratoire commun de recherche (J)⁸⁴.

84. Nous prenons en effet le parti de simplifier la comparaison entre ces deux politiques publiques de soutien à l'innovation précédemment traitées, en la recentrant sur les seuls scénarios *C* et *J* dont la comparaison est plus significative. Pour autant, nous proposons une comparaison concernant le cas NC en annexe.

Pour cela, nous pouvons comparer tout d'abord les résultats apportés par les deux politiques en se concentrant sur l'amélioration apportée par chaque politique sur l'effort total de R&D. Pour rappel, ces efforts totaux, notés XT , permettent de prendre en considération tous les investissements de recherche, y compris, et c'est leur intérêt, l'investissement public qu'implique la politique SPU .

Comparativement à la politique SPR , la politique SPU stimule davantage l'investissement de recherche sous condition que l'externalité publique α soit suffisamment élevée, nous retiendrons par ailleurs la valeur extrême $\alpha = 1$ (cf figure 4.10) :

Proposition 4.3. $\forall \beta \in]0, 1]$ et $\alpha = 1$

$$\begin{cases} XT_{spu}^C \geq XT_{spr}^C \\ XT_{spu}^J \geq XT_{spr}^J \end{cases}$$

Preuves : Voir annexe I.1.I.

La proposition ci-dessus met en avant un résultat tout à fait intéressant : l'efficacité de la politique de soutien de la recherche publique en termes de niveau global d'investissement peut être meilleure que celle de la politique de subvention de la recherche privée dans les scénarios coopératifs lorsque l'externalité publique est suffisamment élevée. Dès lors que cette recherche publique est suffisamment appropriable par les firmes, ces dernières se rapprochant du secteur public de recherche, les décideurs publics dont l'objectif fixé est le soutien à l'innovation, devraient privilégier le financement d'un secteur public de la R&D plutôt que le versement d'une subvention à la recherche privée. Ce constat provient effectivement de ce que l'effort total de recherche est croissant avec l'externalité publique (part de la recherche publique qui bénéficie aux firmes) et cela quels que soient les scénarios coopératifs envisagés. Notre conclusion concernant le niveau total de R&D rejoint effectivement celle précédemment faite concernant le niveau de l'externalité publique. Plus celle-ci sera élevée ($\alpha \Rightarrow 1$), plus la politique SPU sera efficace concernant l'ensemble des résultats (efforts publics et privés de R&D, surplus du consommateur et du producteur ainsi que bien-être social), mais également cette politique SPU devient plus efficace que la politique SPR en termes de niveau d'innovation.

Qui plus est, la politique SPU est également plus efficace, comparativement à la politique SPR , en termes de surplus du consommateur, du producteur et du bien-être, pour un coût social plus faible, toujours sous condition que l'externalité publique soit suffisamment élevée :

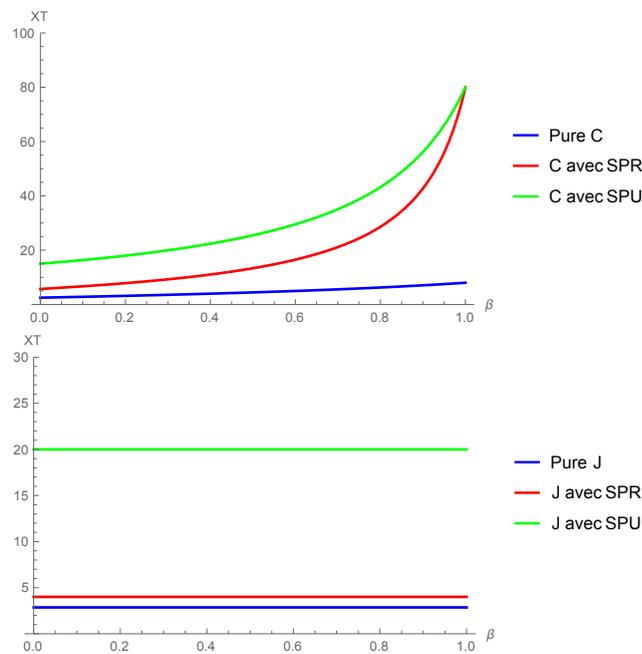


Figure 4.10 – Comparaison des niveaux de recherche totale avec $\alpha = 1$ et $\gamma_{pr} = \gamma_{pu} = 1$.

Proposition 4.4. $\forall \beta \in]0, 1]$ et pour $\alpha = 1$

$$\begin{aligned}
 & - \left\{ \begin{array}{l} Q_{spu}^C \geq Q_{spr}^C \\ Q_{spu}^J \geq Q_{spr}^J \end{array} \right. \\
 & - \left\{ \begin{array}{l} \pi_{spu}^C \geq \pi_{spr}^C \\ \pi_{spu}^J \geq \pi_{spr}^J \end{array} \right. \\
 & - \left\{ \begin{array}{l} SW_{spu}^C \geq SW_{spr}^C \\ SW_{spu}^J \geq SW_{spr}^J \end{array} \right.
 \end{aligned}$$

Preuves : Voir annexe [I.1.J](#).

Cette dernière proposition, illustrée dans les figures [4.11](#) à [4.16](#), permet d'aboutir à une conclusion claire concernant les choix de politiques d'aide à l'innovation. Il est préférable pour le décideur public d'adopter une politique permettant l'introduction d'un acteur public de la recherche, sous condition que l'externalité publique soit suffisamment élevée, plutôt que de soutenir via une subvention les acteurs privés de la R&D. La politique *SPU* permet en effet d'aboutir à des résultats économiques plus performants.

D'après nos résultats théoriques, la conclusion concernant l'efficacité d'un *cluster de recherche* est là encore claire. Comme nous l'avons vu en première partie de cette thèse, une politique de "cluster" vise notamment une meilleure coopération

inter-firmes ainsi qu'une collaboration accrue entre les secteurs public et privé de la recherche, situés dans une aire géographique limitée (α élevé). Dès lors, selon nos résultats théoriques exposés ci-avant, cette politique industrielle semble être plus efficace qu'une politique consistant à subventionner les seules entreprises privées de la R&D, donc sans secteur public (politique *SPR*). Ce résultat très intéressant de par son implication sur la politique de soutien à l'innovation, doit cependant être encore vérifié à partir d'un modèle permettant à la fois de subventionner les entreprises privées de la R&D et financer un secteur public, ce que nous ferons dans le chapitre suivant. De même, notre modélisation se limite à l'étude d'une seule *force d'agglomération* et ne tient pas compte des *forces de dispersion* auxquelles les entreprises privées de la R&D pourraient faire face en se concentrant toutes sur une même *aire géographique*⁸⁵.

85. Ce point pourra d'ailleurs faire l'objet de prolongations plus tardives de cette modélisation en y intégrant à la fonction de profit des firmes un coût lié à la captation de l'externalité publique suivant le même raisonnement que pour l'externalité inter-firmes dans le modèle *KZM*.

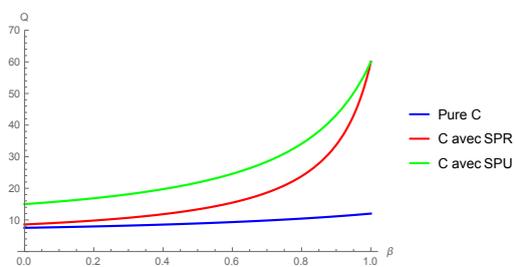


Figure 4.11 – Surplus des consommateurs en C avec $\alpha = 1$ et $\gamma_{pr} = \gamma_{pu} = 1$

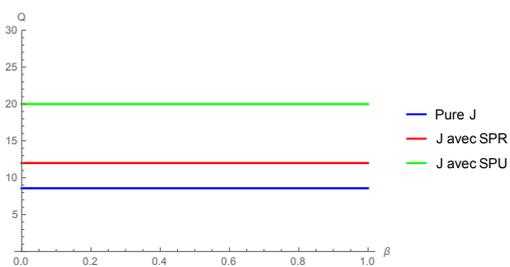


Figure 4.14 – Surplus des consommateurs en J avec $\alpha = 1$ et $\gamma_{pr} = \gamma_{pu} = 1$

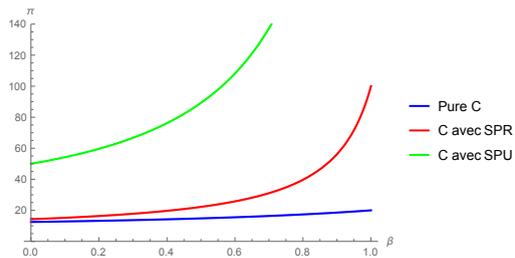


Figure 4.12 – Surplus des producteurs en C avec $\alpha = 1$ et $\gamma_{pr} = \gamma_{pu} = 1$

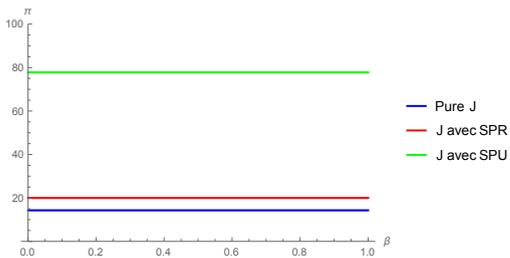


Figure 4.15 – Surplus des producteurs en J avec $\alpha = 1$ et $\gamma_{pr} = \gamma_{pu} = 1$

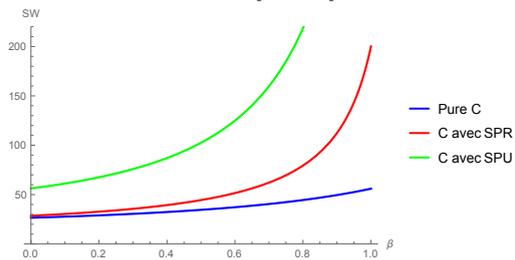


Figure 4.13 – Surplus total en C avec $\alpha = 1$ et $\gamma_{pr} = \gamma_{pu} = 1$

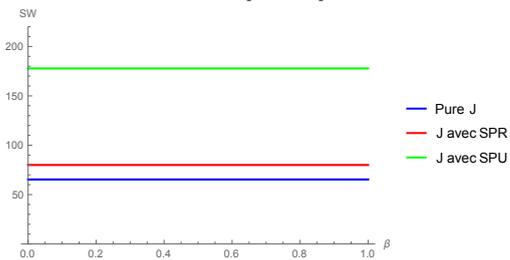


Figure 4.16 – Surplus total en J avec $\alpha = 1$ et $\gamma_{pr} = \gamma_{pu} = 1$

4.4.4 Généralisation à n firmes

Comme pour le cas de la politique SPR , nous allons chercher à vérifier si la seule prise en compte de la situation restreinte du duopole à la Cournot ne viendrait pas affaiblir nos résultats théoriques. Pour ce faire, nous considérons dans cette section la politique SPU dans le cadre d'un oligopole afin de vérifier la robustesse de nos conclusions.

Les résultats d'équilibres sont présentés dans le tableau 4.17. Toutefois, pour plus de précisions, le lecteur pourra se reporter à l'annexe I.1.K.

A partir des tableaux 3.6, 3.7 et 4.17, nous pouvons déduire les deux propositions suivantes étudiant l'efficacité de la politique SPU comparativement à la situation de référence, c'est-à-dire sans intervention publique. Dans un second temps, nous comparons également la performance de cette politique SPU selon les scénarios retenus.

Proposition 4.5. $\forall n > 2, \alpha$ et $\beta \in]0, 1]$,

$$\begin{aligned} x_{spu}^{NC} &> x^{NC}, & Q_{spu}^{NC} &> Q^{NC}, & \pi_{spu}^{NC} &> \pi^{NC} & SW_{spu}^{NC} &> SW^{NC} \\ x_{spu}^C &> x^C, & Q_{spu}^C &> Q^C, & \text{et } \pi_{spu}^C &> \pi^C & SW_{spu}^C &> SW^C \end{aligned}$$

Preuves : Voir annexe I.1.L.

Proposition 4.6. $\forall n > 2, \alpha$ et $\beta \in]0, 1]$,

$$\begin{aligned} x_{pub}^C &\geq (\leq) x_{pub}^{NC} & \text{si } \beta &\geq (\leq) 0.5 \\ x_{spu}^C &\geq (\leq) x_{spu}^{NC} & \text{si } \beta &\geq (\leq) 0.5 \\ Q_{spu}^C &\geq (\leq) Q_{spu}^{NC} & \text{si } \beta &\geq (\leq) 0.5 \\ \pi_{spu}^C &\geq (\leq) \pi_{spu}^{NC} & \text{si } \beta &\geq (\leq) 0.5 \\ SW_{spu}^C &\geq (\leq) SW_{spu}^{NC} & \text{si } \beta &\geq (\leq) 0.5 \end{aligned}$$

Preuves : Voir annexe I.1.L.

Quelque soit le scénario considéré, l'avantage de la politique de soutien de la recherche publique comparativement au cas sans subvention se confirme et ce résultat

est vérifié quelque soit le degré de spillovers (inter-firmes et publique). Comme pour le cas non-coopératif dans le chapitre 3, on peut constater que pour des degrés d'appropriation élevés (β faible) la non-coopération peut mieux faire en termes d'efforts de R&D, de surplus des consommateurs et des producteurs ainsi que de bien-être (et inversement). Par conséquent, pour des activités de recherche largement émettrices d'externalités de connaissance ($\beta > 0.5$), il semble là encore préférable pour le décideur public que les firmes coopèrent. A contrario, si les activités de R&D sont assez facilement appropriables ($\beta < 0.5$), et présence d'un secteur public de la recherche, le décideur public devrait désinciter les projets de coopération des firmes. Ce résultat viendrait ainsi contredire non seulement la politique des pôles de compétitivité, mais également nombre de politiques de financements de la recherche privée dans les pays de l'OCDE qui privilégient l'octroye de ces subventions publiques aux seules projets collaboratifs.

Qui plus est, nous pouvons déterminer l'impact du degré de concurrence du marché sur les niveaux de recherche et surplus des consommateurs :

Proposition 4.7. $\forall n > 2, \quad \alpha \quad \text{et} \quad \beta \quad \in]0, 1]$,

$$\frac{\partial x_{pub}^{C,NC}}{\partial n} > 0, \quad \frac{\partial x_{spu}^{C,NC}}{\partial n} < 0, \quad \frac{\partial Q_{spu}^{C,NC}}{\partial n} > 0$$

Preuves : Voir annexe [I.1.M](#).

On peut directement remarquer que l'intensification de la concurrence vient accentuer l'*effet spillover*. Pour rappel, cet effet spillover, contrairement à l'*effet compétition* ([Leahy and Neary, 1997](#)), indique que l'intensification de la concurrence vient décourager l'investissement privé en R&D en cela que ce dernier profiterait de manière trop importante à la concurrence via les retombées technologiques générées. En conséquence, puisque l'intérêt d'investir en R&D diminue à mesure que la concurrence s'intensifie, il est naturel de constater que le niveau de recherche du secteur privé diminue avec l'accroissement du nombre de firmes présentes sur le marché. En conséquence, on constate également que le secteur public de recherche, afin de soutenir l'effort privé de recherche, se doit d'investir plus intensément à mesure que la concurrence s'accroît et que le secteur privé se désengage du secteur de la recherche. Pour conclure, nous pouvons ainsi remarquer que l'augmentation du nombre d'entreprises membres du *cluster de recherche*, c'est à dire les entreprises se positionnant à proximité du centre public de recherche, n'est pas bénéfique à l'effort de recherche privé. Mais également, l'investissement public de recherche devra s'accroître afin de compenser d'autant cette réduction de l'effort privé de recherche, au risque d'en-

traîner un effet d'aubaine pour les entreprises. L'observation empirique obtenu par certaines études (cf chapitre 1) pourrait ainsi s'expliquer par l'effet concurrentiel ou encore par le nombre trop important de firmes présentes sur le marché, expliquant de fait la grande variété des conclusions de la littérature empirique sur cette question de l'efficacité des politiques publiques de soutien à l'innovation.

Conclusion

En conclusion, nous retiendrons les résultats suivants :

1. La présence d'un secteur public de recherche (*SPU*) est une politique performante au regard de l'ensemble de ses résultats.
2. Dans l'optique de la mise en place d'un *cluster de recherche* autour d'un secteur public de la recherche, le décideur public devrait inciter les entreprises membres à la coopération (non-coopération) pour les activités de recherche les moins (les plus) appropriables par la firme émettrice. En effet, comme pour les scénarios sans intervention publique, la coordination des efforts reste la forme d'organisation de la recherche la plus efficace pour des spillovers inter-firmes élevés, même si elle reste plus coûteuse.
3. Résultat important : l'investissement en R&D du secteur public induit un *effet d'entraînement* sur l'investissement privé de recherche via les externalités de recherche que la recherche publique génère. Dit autrement, nous ne retrouvons pas d'*effet de substitution*, ni d'*effet d'aubaine*, de la dépense publique sur l'investissement privé de recherche.
4. La politique publique *SPU* est d'autant plus efficace que l'externalité publique (part de la recherche publique bénéficiant au secteur privé de la recherche) est élevée. Si nous considérons que les externalités de connaissance sont décroissantes avec la distance séparant les deux entités de recherche (émettrice et receveuse), nous montrons qu'il est alors préférable pour la société que les entreprises se positionnent à proximité du secteur public de la recherche. Qui plus est, les entreprises elles-mêmes, au regard des profits individuels dans le cadre d'une politique *SPU*, seront incitées à se rapprocher de ce secteur public afin de profiter le plus possible des retombées de la recherche publique. Cette conclusion doit cependant être nuancée comme nous l'avons déjà expliqué puisque nous ne tenons pas compte des forces dites *de dispersion* à mesure que les entreprises se rapprochent du secteur public de recherche (entre autres : pression sur le foncier et sur les ressources indispensables à l'activité de recherche etc.).

5. Par ailleurs, sous conditions que l'externalité publique soit suffisamment élevée, la politique de financement d'un secteur public de la recherche (*SPU*) est préférable à la politique visant à soutenir directement les entreprises privées de la R&D via une subvention sur les dépenses de recherche (*SPR*), et cela au regard de l'ensemble des résultats (niveau total de R&D, surplus des consommateurs et des producteurs ainsi que le bien-être).

Politique SPU		
	NC	C
x_{pub}	$\frac{n(n+2)\alpha \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} A}{X}$	$\frac{n(n+2)\alpha \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} A}{Y}$
x_{spu}	$\frac{(2(n-\beta(n-1)) A}{X}$	$\frac{2(1+\beta(n-1)) A}{Y}$
XI_{spu}	$\frac{2n(n-\beta(n-1))+n(n+2)\alpha \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} A}{X}$	$\frac{2n(1+\beta(n-1))+n(n+2)\alpha \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} A}{\alpha Y}$
Q_{spu}	$\frac{2n\gamma_{pr}(n+1) A}{X}$	$\frac{2n\gamma_{pr}(n+1) A}{Y}$
π_{spu}	$\frac{4\gamma_{pr}(\gamma_{pr}(n+1)^2 - (n-\beta(n-1))^2) A^2}{X^2}$	$\frac{4\gamma_{pr}(\gamma_{pr}(n+1)^2 - (1+\beta(n-1))^2) A^2}{Y^2}$
SW_{spu}	$\frac{n\gamma_{pr}((n+2)\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(2\gamma_{pu}(n+1)^2 - n(n+2)\alpha^2) - 4(n-\beta(n-1))^2) A^2}{X^2}$	$\frac{n\gamma_{pr}((n+2)\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(2\gamma_{pu}(n+1)^2 - n(n+2)\alpha^2) - 4(1+\beta(n-1))^2) A^2}{Y^2}$

Table 4.17 – Output public de recherche, output privé de R&D, montant total de R&D, surplus des consommateurs, profit individuel, surplus total avec N firms

$A = (a-c)$, $X = \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(2\gamma_{pu}(n+1)^2 - n(n+2)\alpha^2) - 2(n-\beta(n-1))(1+\beta(n-1))$, $Y = \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(2\gamma_{pu}(n+1)^2 - n(n+2)\alpha^2) - 2(1+\beta(n-1))^2$

Chapitre 5

Politique mixte de financement de la recherche : coopération vs non-coopération

Introduction :

Passons désormais à l'étude d'une situation plus conforme à la réalité de la politique de soutien de l'innovation pour les principaux pays de l'OCDE. Cette situation, qui se définit comme un *mixte* des deux politiques *SPR* et *SPU* précédemment étudiées, porte sur une répartition du budget public dédié au soutien de la recherche entre le financement d'un secteur public de la recherche et un programme d'aides financières versées à la recherche privée. La politique menée en France en est la parfaite illustration : existence d'un secteur public bien présent au travers d'un réseau important de laboratoires et d'établissements publics, tout en accompagnant les entreprises privées plus directement avec un ensemble d'aides financières (financements ministériels, de collectivités ou d'organismes spécialisés) ou par le biais de financements plus indirects (exonérations d'impôts types Crédit d'Impôts Recherche).

Si les deux chapitres précédents nous ont permis de justifier indépendamment l'efficacité des politiques de soutien à la recherche, politiques *SPR* dans le chapitre 3 et *SPU* dans le chapitre 4, l'objet de ce *cinquième chapitre* sera d'étudier l'efficacité de cette *policy-mix* de soutien à la R&D (notée politique *SPM*). En suivant la démarche développée dans les chapitres précédents, l'efficacité de la politique *SPM* sera étudiée successivement selon, tout d'abord, sa performance absolue en termes de résultats économiques suivant les scénarios retenus, puis selon son efficacité comparativement à celles des deux autres politiques. Si par construction nous pouvons d'ores et déjà nous attendre à conclure à l'efficacité de la politique *SPM* en tant que

politique publique d'innovation, cette dernière repose en effet sur les performances cumulées des politiques *SPR* et *SPU*, rien ne nous permet néanmoins de prédire quelle politique sera la plus efficace pour le décideur public.

Pour rappel, il n'existe à notre connaissance que peu de modèles théoriques qui envisagent la coexistence des deux secteurs de recherche, à savoir les entreprises privées de la R&D et l'acteur public de recherche (cf chapitre 4). Dès lors, nous pouvons souligner l'originalité de ce dernier chapitre pour plusieurs raisons. Tout d'abord, comme nous venons de le rappeler, peu de travaux considèrent le secteur public de la recherche tel qu'il existe dans de nombreux pays, acteur de premier plan dans la production de l'innovation. De plus, ce dernier chapitre nous permet également d'évaluer l'arbitrage de financement entre les deux secteurs de la recherche, ce que la modélisation théorique ne permet pas actuellement. Enfin, même si de nombreux travaux étudient l'efficacité de la politique de financement de la recherche privée (*SPR*), notre travail permet non seulement de prendre en compte l'impact de la présence d'un acteur public de recherche, mais également celui des dispositifs de coopération en R&D. Or, l'évaluation combinée de ces trois instruments de politique publique de soutien à l'innovation n'a que peu été envisagée par la littérature économique.

Concernant l'arbitrage de financement entre les deux secteurs, l'OCDE nous renseigne sur cette répartition des financements publics à la recherche (voir tableau 5.1) et nous permet de tirer deux enseignements principaux :

1. La répartition des financements alloués aux deux secteurs de recherche n'est pas identique suivant les pays de l'OCDE. Un premier ensemble de pays conforte l'intervention publique directe avec des financements quasi essentiellement destinés au secteur public de la recherche. A titre d'exemple, en 2010, le secteur public de la recherche Allemand recevait 89,9% des financements destinés à la politique publique de la recherche, contre seulement 10,1% versés directement aux firmes privées de la R&D. Tandis qu'un autre groupe, dont font partie la France et les USA, se veut bien plus généreux avec le secteur privé que ses homologues, 33,7% des financements publics en France en 2010 étaient ainsi destinés au secteur privé.
2. Cette répartition des financements publics évolue dans le temps en faveur du secteur privé de la R&D, tout particulièrement dans le second groupe de pays tels la France ou les USA.

Table 5.1 – Distribution des financements publics à la R&D entre les secteurs public et privé.

(Source : OCDE.Stat 2012)

	2005		2010	
	Proportion du financement public de la R&D alloué au		Proportion du financement public de la R&D alloué au	
	Secteur Privé	Secteur Public	Secteur Privé	Secteur public
Allemagne	10,9%	89,1%	10,1%	89,9%
Japon	16,8%	83,2%	10,2%	89,8%
Suède	13,2%	86,8%	14,8%	85,2%
Pays-Bas	12,8%	87,2%	17,4%	82,6%
Espagne	21,3%	78,7%	23,3%	76,7%
Canada	23%	77%	23,6%	76,4%
Corée du Sud	31,8%	68,2%	31%	69%
France	19,9%	80,1%	33,7%	66,3%
USA	25,2%	74,8%	33,5%	66,5%

Dès lors, puisque nous ne pouvons pas dégager de tendance commune pour l'ensemble des pays, nous pouvons légitimement nous poser la question de cette répartition du budget accordé au soutien à l'innovation. Quelle articulation privilégier entre les deux politiques publiques de soutien à la R&D développées précédemment : Doit-on aller vers un accroissement des financements alloués au secteur public de la recherche ou bien au contraire, comme c'est le cas en France, se diriger vers un système de plus en plus généreux envers les firmes privées du secteur de la R&D ?

Nos résultats nous permettent ainsi de conclure que la politique *SPM* est plus performante que les autres politiques *SPU* et *SPR*, bien que son coût pour la société soit bien plus élevé. De plus, nous déterminons que la performance de cette politique *SPM* est conditionnée par la proximité entre les deux secteurs de recherche, proximité géographique et technologique mais aussi meilleure capacité d'absorption des connaissances publiques. Ce chapitre nous permet dès lors d'affirmer que les rapprochements dans un contexte de cluster peuvent être favorables à la société, et que ces rapprochements doivent se faire au profit d'une répartition des financements publics plus en faveur du secteur public de la recherche. En effet, nous déterminons que les financements publics destinés à soutenir l'innovation doivent être plus généreux envers le secteur privé de la recherche à mesure que le degré de spillovers inter-firmes est élevé. A l'inverse, à mesure que les connaissances publiques profitent au secteur privé de la R&D, le soutien public à la recherche doit être plus généreuse envers le secteur public.

C'est par conséquent la question de l'articulation optimale du budget de cette

politique *SPM* entre les secteurs privé et public qui nous intéressera principalement dans le dernier chapitre de notre travail de thèse. Nous reviendrons ainsi dans un premier temps sur le cadre d'analyse de cette politique de financement mixte, puis selon la même méthode que dans le chapitre précédent, nous allons traiter la politique *SPM* suivant les scénarios non-coopératif (NC) et coopératif (C) habituels. Nous procéderons ensuite aux diverses comparaisons nécessaires entre coopération et non-coopération en R&D de cette politique mêlant subvention à la R&D privée et présence d'un acteur public de la recherche. Enfin, nous chercherons à éclairer le décideur public dans son choix d'intervention en comparant les résultats des trois politiques *SPR*, *SPU* et *SPM* selon le même schéma que dans les chapitres précédents.

5.1 Cadre d'analyse de la politique de financement mixte

Afin de tenter de répondre à cette interrogation nous allons considérer une nouvelle variable dans notre modèle, notée θ (compris entre 0 et 1), qui nous permettra de discuter la répartition d'équilibre du budget public entre recherche publique et recherche privée. Cette variable θ correspond donc à la part du budget allouée au secteur privé :

$$\theta = \frac{s\gamma_{pr} \sum_{i=1}^n x_i^2}{s\gamma_{pr} \sum_{i=1}^n x_i^2 + \gamma_{pu}x_{pub}^2} \in (0, 1) \quad (5.1)$$

Nous allons considérer qu'une unité de la subvention va bénéficier pour une proportion θ à la recherche privée et dans une proportion $(1 - \theta)$ à la recherche publique. Plus l'Etat soutiendra la R&D privée directement en la subventionnant, plus la valeur du paramètre θ sera élevé. A l'inverse, si l'Etat décide d'investir plus conséquemment dans le secteur public de la recherche, alors le paramètre sera moindre. Par construction, le cas où $\theta = 1$, correspond à une politique *SPR* telle que développée dans le premier chapitre, tandis que si $\theta = 0$ alors il s'agira au contraire d'une politique *SPU*. Enfin, quand $0 < \theta < 1$, il s'agira de la politique que nous avons nommée *politique mixte*, notée *SPM*.

Comme pour la politique *SPU*, nous considérons le laboratoire public comme un instrument de la politique d'innovation se fixant pour seul objectif la maximisation du bien être social au travers de son investissement en recherche. Nous retenons

ainsi l'hypothèse selon laquelle le secteur public n'intervient pas sur le marché de la production, contrairement à la littérature sur les *mixed-market*. Ce secteur public, est par conséquent un secteur non-marchand qui n'a d'autres ressources à sa disposition que les financements publics alloués par l'Etat pour lui permettre de réaliser l'effort de recherche nécessaire à la maximisation du bien-être. Bien entendu, lorsque les financements publics sont destinés en totalité au secteur privé (lorsque $\theta = 1$), le secteur public disparaît et on se trouve dans la situation d'une politique *SPR*. Comme nous l'avons expliqué, l'intêret de faire coexister recherche publique et recherche privée dans l'objectif de résoudre le déficit d'investissement privé, est double : se substituer à l'effort privé de R&D là où ce dernier reste insuffisant, mais également initier un effet d'entraînement sur les firmes privées.

Nous poursuivons l'analyse en intégrant conjointement la subvention à la R&D privée et l'investissement public en recherche dans notre cadre théorique d'origine (AJ). De plus, afin d'éviter les redondances, nous considérons directement le cadre généralisé à n firmes.

La fonction de profit de chaque firme i s'écrit ainsi

$$\pi_i(q_i, q_j, x_i, x_j, x_{pub}) = (a - Q)q_i - (c - x_i - \beta \sum_{j \neq i} x_j - \alpha x_{pub})q_i - (1 - s)\gamma_{pr}x_i^2 \quad (5.2)$$

Le décideur public dispose ainsi de deux instruments de politiques publiques afin de soutenir l'innovation. Il peut effectivement en premier lieu, comme dans le cadre d'une politique *SPR*, chercher à soutenir directement les entreprises privées de la R&D en leur allouant une subvention, noté s , fonction de leurs dépenses de recherche et déterminée de manière à garantir l'optimum social. En parallèle de cette subvention allouée à la recherche privée, le décideur public, garant de l'optimum social, finance également de manière optimale l'effort public de recherche. Ce financement public est lui-aussi calculé de façon à maximiser la fonction de bien-être :

$$SW = \underbrace{\frac{Q^2}{2}}_{\text{Surplus des consommateurs}} + \underbrace{\sum_{i=1}^n \pi_i}_{\text{Surplus des producteurs}} - \underbrace{\left(s\gamma_{pr} \sum_{i=1}^n x_i^2 + \gamma_{pu} (x_{pub})^2 \right)}_{\text{Financement de la recherche publique}} \quad (5.3)$$

Enfin, nous considérons un jeu en trois étapes avec résolution par récurrence arrière :

- Tout d'abord, le décideur public choisit le niveau optimal de la subvention allouée à la R&D privée.
- Dans une seconde étape, les entreprises privées de la R&D décident du montant optimal à investir en recherche (x_{pr}), tandis que le secteur public, entièrement financé par l'Etat, décide de son niveau d'effort public (x_{pub}).
- Enfin, les entreprises se font concurrence à la Cournot et décident combien de biens vendre sur le marché oligopolistique.

5.2 Le scénario mixte non-coopératif

La présence de l'acteur public de la recherche n'induit pas de changements sur la résolution de la première étape du jeu. Nous pouvons donc repartir directement de l'équation d'équilibre de l'output de production à n firmes du scénario *SPR*, à savoir

$$q_i = \frac{a - nc_i + (n-1)c_j}{n+1}$$

Les fonctions de coût marginal de production changent cependant, puisqu'elles intègrent l'externalité de connaissance générée par l'entité publique de R&D (αx_{pub}). Elles deviennent alors pour notre firme de référence $c_i = c - x_i - (n-1)\beta x_j - \alpha x_{pub}$ et pour les autres firmes $c_j = c - x_j - \beta x_i - (n-2)\beta x_{-i} - \alpha x_{pub}$.

La fonction de production à la fin de cette première étape devient donc

$$q_i(x_i, x_j, x_{pub}) = \frac{A + (n - \beta(n-1))x_i + (2\beta - 1)(n-1)x_j + \alpha x_{pub}}{n+1} \quad (5.4)$$

où $i = 1, \dots, n$.

avec $A = (a - c)$ une mesure de la taille du marché.

La fonction de profit de notre firme représentative i s'écrit à la fin de cette première étape

$$\pi_i(x_i, x_j, x_{pub}) = \left(\frac{A + (n - \beta(n-1))x_i + (2\beta - 1)(n-1)x_j + \alpha x_{pub}}{n+1} \right)^2 - (1-s)\gamma_{pr}x_i^2 \quad (5.5)$$

5.2.0.1 Efforts de R&D

Pour cette deuxième étape, le secteur public de la recherche choisit son niveau d'investissement de recherche de telle sorte que le bien-être soit maximum (Equation 5.3) tandis que les firmes privées choisissent leur niveau de R&D maximisant leurs profits (Equation 5.5). Nous allons procéder en déterminant la fonction de réaction des firmes dans un premier temps (pour un niveau donné d'effort du secteur public de la recherche). Puis, nous déterminons l'effort de recherche du secteur public qui maximise la fonction de bien-être social, pour un niveau de R&D privée.

Tout d'abord, en considérant la situation symétrique, nous obtenons la fonction de réaction du secteur privé⁸⁶

$$x_{pr}(x_{pub})^{NC} = \frac{(n - \beta(n - 1))(A + \alpha x_{pub})}{\gamma_{pr}(1 - s)(n + 1)^2 - (n - \beta(n - 1))(1 + \beta(n - 1))} \quad (5.6)$$

avec $x_i = x_j = x_{pr}$

Nous devons dans un second temps déterminer le niveau d'effort public garantissant le bien-être social maximal. Les équations 5.3 et 5.4 permettent d'obtenir l'expression du bien-être social en fonction de x_{pr} et x_{pub} :

$$\begin{aligned} SW(x_{pr}, x_{pub}) &= \frac{Q^2}{2} - n(q^2 - \gamma_{pr}x_{pr}^2) - \gamma_{pu}x_{pub}^2 \\ &= \frac{n(n + 2)}{2} \left(\frac{A + (1 + \beta(n - 1))x_{pr} + \alpha x_{pub}}{n + 1} \right)^2 - n\gamma_{pr}x_{pr}^2 - \gamma_{pu}x_{pub}^2 \end{aligned}$$

Le niveau optimal de recherche publique maximisant la fonction de bien-être est obtenu comme suit :⁸⁷

$$\frac{\partial SW}{\partial x_{pub}} = n(n + 2) \frac{\partial q}{\partial x_{pub}} q - 2\gamma_{pu}x_{pub} = 0$$

⟷

86. La CSO est vérifiée pour $\gamma_{pr}(1 - s)(n + 1)^2 > (n - \beta(n - 1))(1 + \beta(n - 1))$

87. La CSO est vérifiée pour $2(n + 1)^2\gamma_{pu} > n(n + 2)\alpha^2$.

$$\underbrace{\frac{n(n+2)\alpha}{(n+1)^2}(A + (1 + \beta(n-1))x_{pr} + \alpha x_{pub})}_{\text{Rendement marginal de l'investissement public}} = \underbrace{2\gamma_{pu}x_{pub}}_{\text{Coût social marginal de l'investissement public}} \quad (5.7)$$

Il en découle la fonction de meilleure réponse du secteur public suivante

$$x_{pub}(x_{pr}) = \frac{n(n+2)\alpha(A + (1 + \beta(n-1))x_{pr})}{2\gamma_{pu}(n+1)^2 - n(n+2)\alpha^2} \quad (5.8)$$

Clairement, les investissements en R&D des secteurs public et privé sont des compléments stratégiques. En effet, on peut s'apercevoir que l'investissement public en recherche entraîne positivement la R&D privée par la réduction qu'elle implique sur les coûts de production du secteur privé, stimulant de fait le niveau de la production. Mais également, un accroissement du niveau de R&D des firmes implique une hausse de l'investissement public en recherche afin de maximiser d'autant plus le bien-être. Le niveau optimal de recherche publique est déterminé de manière à égaliser son rendement marginal et son coût social marginal (cf équation 5.7).

A partir des fonctions de meilleures réponses 5.6 et 5.8, on peut tirer les niveaux d'effort de R&D de deuxième étape en fonction du niveau de subvention :

$$x_{pr}(s) = \frac{2(n - \beta(n - 1))}{\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(2\gamma_{pu}(n + 1)^2 - n(n + 2)\alpha^2)(1 - s) - 2(n - \beta(n - 1))(1 + \beta(n - 1))} A \quad (5.9)$$

$$x_{pub}(s) = \frac{\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} n(n + 2)\alpha(1 - s)}{\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(2\gamma_{pu}(n + 1)^2 - n(n + 2)\alpha^2)(1 - s) - 2(n - \beta(n - 1))(1 + \beta(n - 1))} A \quad (5.10)$$

Lorsque la condition locale de stabilité est vérifiée, le dénominateur est positif.⁸⁸

Qui plus est, on s'aperçoit que l'externalité publique (α) accroît les niveaux de R&D dans les deux secteurs. On peut également remarquer que le niveau de la subvention apparaît négativement dans les équations 5.9 et 5.10 rejetant de fait l'hypothèse d'effet d'éviction de la subvention publique sur les dépenses privées de R&D. Comme nos résultats, de récentes études (Becker, 2015; Dimos and Pugh,

88. Comme nous l'avons déjà précisé, se reporter aux travaux de Leahy and Neary (1997) et Hinloopen (2015).

2016) ne tendent pas non plus à trouver d'effet d'éviction : la subvention à la R&D, s , accroît les niveaux de recherche des deux secteurs.⁸⁹

En substituant les expressions de $x_{pr}(s)$ et $x_{pub}(s)$ dans l'équation 5.4 on obtient :

$$q(s) = \frac{2\gamma_{pr}(n+1)(1-s)}{\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(2\gamma_{pu}(n+1)^2 - n(n+2)\alpha^2)(1-s) - 2(n-\beta(n-1))(1+\beta(n-1))} A \quad (5.11)$$

Les fonctions de profit et de bien-être de fin de seconde étape dépendent de la subvention s comme suit :

$$\begin{aligned} \pi(s) &= q(s)^2 - (1-s)\gamma_{pr}x_{pr}^2(s) \\ &= \frac{4\gamma_{pr}(1-s)((n+1)^2\gamma_{pr}(1-s) - (n-\beta(n-1))^2)}{\left(\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(2\gamma_{pu}(n+1)^2 - n(n+2)\alpha^2)(1-s) - 2(n-\beta(n-1))(1+\beta(n-1))\right)^2} A^2 \end{aligned} \quad (5.12)$$

et

$$\begin{aligned} SW(s) &= \frac{n(n+2)}{2}q(s)^2 - n\gamma_{pr}x_{pr}^2(s) - \gamma_{pu}x_{pub}^2(s) \\ &= \frac{n\gamma_{pr}\left((n+2)\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(2(n+1)^2\gamma_{pu} - n(n+2)\alpha^2)(1-s)^2 - 4(n-\beta(n-1))^2\right)}{\left(\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(2\gamma_{pu}(n+1)^2 - n(n+2)\alpha^2)(1-s) - 2(n-\beta(n-1))(1+\beta(n-1))\right)^2} A^2 \end{aligned} \quad (5.13)$$

5.2.0.2 Subvention optimale

Dans une dernière étape de résolution, le gouvernement décide du montant de la subvention à la R&D qu'il versera aux entreprises. A partir des équations 5.9, 5.10 et 5.11, nous pouvons en déduire la subvention optimale, obtenue par la maximisation de la fonction de bien être.⁹⁰

$$\frac{\partial SW}{\partial s} = n(n+2)\frac{\partial q(s)}{\partial s}q(s) - 2n\gamma_{pr}\frac{\partial x_{pr}(s)}{\partial s}x_{pr}(s) - 2\gamma_{pu}\frac{\partial x_{pub}(s)}{\partial s}x_{pub}(s) = 0$$

89. Concernant l'objet de ces effets d'éviction de la subvention publique sur les investissements de R&D privés, les travaux ne sont cependant pas tous unanimes. [Marino et al. \(2016\)](#); [Catozzella and Vivarelli \(2016\)](#) démontrent en effet l'existence d'un possible effet négatif de la subvention publique à la R&D sur les dépenses privées de R&D.

90. La CSO est toujours vérifiée.

\Leftrightarrow

$$s_{spm}^{*nc} = \frac{\beta(n-1)(4+n) + (2-n)}{(2+n)(1+\beta(n-1))} \quad (5.14)$$

avec s positif si et seulement si $\beta > \bar{\beta} = \frac{n-2}{(n-1)(4+n)}$.

Comme chez [Inci \(2009\)](#), la subvention versée à la R&D n'est souhaitable pour l'Etat que si le niveau de l'externalité technologique dépasse un niveau-seuil dépendant directement du nombre de firmes sur le marché.⁹¹ Dans un environnement compétitif, les firmes ont effectivement une incitation plus importante à investir en R&D afin de gagner en compétitivité et d'en tirer avantage face à la concurrence. Cependant, nous pouvons remarquer qu'au delà d'un certain niveau de spillover inter-firmes, cet effet "compétition" est contrebalancé par un second effet, "l'effet spillover" qui décourage l'investissement en R&D en raison des externalités qu'il génère (voir [Leahy and Neary \(1997\)](#)).

Au delà du niveau-seuil d'externalité inter-firme $\bar{\beta}$ et pour un nombre donné de firmes, $n \geq 2$, le niveau optimal de subvention allouée à la R&D privée, s^{*nc} , augmente avec le degré de spillovers inter-firmes :

$$\frac{\partial s_{spm}^{*nc}}{\partial \beta} = \frac{2(n-1)(n+1)}{(2+n)(1+\beta(n-1))^2} > 0$$

On en déduit que moins l'information sera appropriable (plus elle sera fluide), plus le soutien à la R&D privée se fera via une augmentation du niveau de subvention versée aux firmes.

On peut également noter que comparativement au scénario *SPR*, c'est à dire sans acteur public de la recherche, le niveau optimal de subvention est identique. En effet la présence d'un secteur public de la recherche profitant au secteur privé de la R&D via les externalités de connaissance qu'il génère, ne change en rien le choix de subvention du décideur public. Que l'acteur public investisse ou non en R&D,

91. Comme nous l'avons démontré pour le scénario *SPU*, l'implication de ce résultat est que l'investissement en R&D si il peut être subventionné, peut également être taxé lorsque le niveau total de recherche est trop important du point de vue du bien-être, c'est à dire pour $\beta \leq \bar{\beta}$ ([Inci, 2009](#)). Il est intéressant de remarquer que le niveau-seuil $\bar{\beta}$ évolue positivement avec le nombre de firmes tant que $n \leq 4$, puis diminue au delà. Cela nous confirme que le niveau de R&D est plus susceptible de dépasser le niveau socialement optimal lorsque l'industrie est fortement concentrée ($n \leq 4$). Toutefois, comme nous avons déjà pu le préciser, cette question d'un volume de R&D trop élevé et de sa taxation, bien qu'intéressante, ne rentre pas dans notre champ d'analyse, ce qui explique que nous ne le traiterons pas.

le décideur public subventionnera toujours au même niveau l'effort de recherche des entreprises privées afin de garantir l'optimum social. Il est ainsi intéressant de souligner qu'il reste socialement indispensable pour le décideur public de soutenir financièrement de manière aussi importante l'effort privé de recherche, qu'il décide ou non d'investir directement en recherche via la présence de cet acteur public.

A partir des fonctions 5.9 à 5.13, on peut obtenir l'*ENPS* en remplaçant le niveau de la subvention optimale par son expression (5.14) :

$$x_{spm}^{NC} = \frac{(2+n)(1+\beta(n-1))}{\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} (2(n+1)^2\gamma_{pu} - n(n+2)\alpha^2) - (2+n)(1+\beta(n-1))^2} A$$

On peut par ailleurs vérifier que

$$\frac{\partial x_{spm}^{NC}}{\partial \beta} \geq 0 \quad \forall \beta \quad \text{et} \quad \alpha \in]0, 1]$$

Ce qui nous permet de constater de fait que la politique *SPM*, au même titre que comme la politique *SPR*, permet de rétablir les incitations privées à investir en R&D lié à la présence des externalités inter-firmes dans le scénario non-coopératif. Comparativement à la politique *SPU*, où la seule présence du secteur public de recherche ne permettait pas de résoudre ce problème de désincitation à investir en R&D, le versement de la subvention optimale à la R&D privée permet ici de contrebalancer l'*effet spillover*.

$$x_{pub}^{NC} = \frac{n(n+2)\alpha \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}}{\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} (2(n+1)^2\gamma_{pu} - n(n+2)\alpha^2) - (2+n)(1+\beta(n-1))^2} A$$

$$Q_{spm}^{NC} = \frac{2n(n+1)\gamma_{pr}}{\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} (2(n+1)^2\gamma_{pu} - n(n+2)\alpha^2) - (2+n)(1+\beta(n-1))^2} A$$

$$\pi_{spm}^{NC} = \frac{2\gamma_{pr} (2(n+1)^2\gamma_{pr} - (n+2)(n-\beta(n-1))(1+\beta(n-1)))}{\left(\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} (2(n+1)^2\gamma_{pu} - n(n+2)\alpha^2) - (2+n)(1+\beta(n-1))^2\right)^2} A^2$$

$$SW_{spm}^{NC} = \frac{n(n+2)\gamma_{pr}}{\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} (2(n+1)^2\gamma_{pu} - n(n+2)\alpha^2) - (2+n)(1+\beta(n-1))^2} A^2$$

Et le coût social à l'équilibre de cette politique SPM devient alors

$$SC_{spm}^{NC} = nS\gamma_{pr}(x_{spm}^{NC})^2 + \gamma_{pu}(x_{pub}^{NC})^2$$

$$\iff$$

$$SC_{spm}^{NC} = \frac{n(n+2)\gamma_{pr} \left((1+\beta(n-1))(\beta(n-1)(n+4) + (2-n)) + n(n+2)\alpha^2 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} \right)}{\left(\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} (2(n+1)^2\gamma_{pu} - n(n+2)\alpha^2) - (2+n)(1+\beta(n-1))^2 \right)^2} A^2$$

Enfin, la part du budget de la politique SPM alloué au secteur privé (public) de la R&D peut directement être déduite de l'équation 5.1 :

$$\begin{cases} \theta^{nc} = \frac{(\beta(n-1)(4+n) + (2-n))(1+\beta(n-1))}{(\beta(n-1)(4+n) + (2-n))(1+\beta(n-1)) + n(n+2)\alpha^2 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}} \\ (1 - \theta^{nc}) = \frac{n(n+2)\alpha^2 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}}{(\beta(n-1)(4+n) + (2-n))(1+\beta(n-1)) + n(n+2)\alpha^2 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}} \end{cases} \quad (5.15)$$

avec $\theta^{nc} > 0$ positif si et seulement si $\beta > \bar{\beta} = \frac{n-2}{(n-1)(4+n)}$

5.3 Le scénario mixte coopératif

Passons désormais à l'analyse du scénario coopératif. Pour ce faire, nous nous situons dans le cadre d'une industrie regroupant n firmes de la R&D, en présence d'un secteur public de la recherche. La recherche de ces firmes se fait donc contrairement à la section précédente en coordonnant leurs efforts individuels de recherche de telle sorte qu'elles maximisent ainsi la somme des profits individuels. Etant dans le cadre d'une politique mixte, SPM , les entreprises de la R&D se voient allouer une subvention fonction de leurs dépenses de recherche et profitent également de la recherche entreprise par le secteur public par le biais des externalités de connaissance que celle-ci génère. Enfin, rappelons l'existence comme précédemment d'un troisième type de joueur en plus des entités privées et du secteur public de la recherche, le décideur public dans son rôle de garant de l'optimum social.

Puisque les firmes continuent à se concurrencer à la Cournot concernant l'étape de production, nous pouvons directement repartir de la fonction de production obtenue à la fin de la première étape de résolution du scénario non-coopératif, à savoir :

$$q_i(x_i, x_j, x_{pub}) = \frac{A + (n - \beta(n - 1))x_i + (2\beta - 1)(n - 1)x_j + \alpha x_{pub}}{n + 1} \quad (5.16)$$

où $i = 1, \dots, n$.

La fonction de profit de notre firme représentative i devient donc à la fin de cette première étape

$$\pi_i(x_i, x_j, x_{pub}) = \left(\frac{A + (n - \beta(n - 1))x_i + (2\beta - 1)(n - 1)x_j + \alpha x_{pub}}{n + 1} \right)^2 - (1-s)\gamma_{pr}x_i^2 \quad (5.17)$$

5.3.0.1 Efforts de R&D

Nous allons maintenant reprendre le cas où les firmes, au lieu de maximiser leur profit individuel dans l'étape de R&D, choisissent l'effort de R&D qui maximise la somme des profits. Il en découle la fonction de réaction du secteur privé en fonction du niveau public de recherche : ⁹²

$$x_{pr}(x_{pub}) = \frac{(1 + \beta(n - 1))(A + \alpha x_{pub})}{(n + 1)^2 \gamma_{pr}(1 - s) - (1 + \beta(n - 1))^2} \quad (5.18)$$

avec $x_{pr} = x_i = x_j$

Concernant la décision du secteur public de recherche, ce dernier détermine sa fonction de réaction de telle sorte à garantir la maximisation du bien-être : ⁹³

$$\frac{\partial SW}{\partial x_{pub}} = n(n + 2) \frac{\partial q}{\partial x_{pub}} q - 2\gamma_{pu}x_{pub} = 0$$

\Leftrightarrow

$$x_{pub}(x_{pr}) = \frac{n(n + 2)\alpha(A + (1 + \beta(n - 1))x_{pr})}{2\gamma_{pu}(n + 1)^2 - n(n + 2)\alpha^2} \quad (5.19)$$

On remarque que comme pour le scénario non-coopératif, les investissements en R&D des secteurs public et privé sont des compléments stratégiques.

Par substitution, on obtient les niveaux de R&D des deux secteurs en fonction du niveau de la subvention

92. La CSO est respectée pour $(n + 1)^2 \gamma_{pr}(1 - s) > (1 + \beta(n - 1))^2$.

93. La CSO est respectée pour $2(n + 1)^2 \gamma_{pu} > n(n + 2)\alpha^2$.

$$x_{pr}(s) = \frac{2(n - \beta(n - 1))}{\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(2\gamma_{pu}(n + 1)^2 - n(n + 2)\alpha^2)(1 - s) - 2(n - \beta(n - 1))(1 + \beta(n - 1))} A \quad (5.20)$$

$$x_{pub}(s) = \frac{\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} n(n + 2)\alpha(1 - s)}{\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(2\gamma_{pu}(n + 1)^2 - n(n + 2)\alpha^2)(1 - s) - 2(n - \beta(n - 1))(1 + \beta(n - 1))} A \quad (5.21)$$

Là encore, l'effet de l'externalité publique sur les investissements de R&D du secteur privé est positif. Ce résultat tend ainsi à réfuter un supposé *effet d'aubaine* de la recherche publique sur la recherche privée. De même, puisque le niveau de la subvention à la R&D privée apparaît négativement aux dénominateurs des équations précédentes, nous pouvons en conclure que cette subvention impacte positivement les niveaux de la R&D des deux secteurs, validant de fait l'effet d'entraînement de la subvention à la recherche sur les investissements privés en recherche.

En substituant les équations 5.20 et 5.21 dans l'équation de l'output de production (équation 5.16), il en découle le volume de la production en fonction du niveau de la subvention

$$q(s) = \frac{2\gamma_{pr}(n + 1)(1 - s)}{\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(2(n + 1)^2\gamma_{pu} - n(n + 2)\alpha^2)(1 - s) - 2(1 + \beta(n - 1))^2} A \quad (5.22)$$

La fonction de profit à la fin de cette seconde étape devient

$$\pi(s) = \frac{4\gamma_{pr}(1 - s)(\gamma_{pr}(n + 1)^2(1 - s) - (1 + \beta(n - 1))^2)}{\left(\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(2(n + 1)^2\gamma_{pu} - n(n + 2)\alpha^2)(1 - s) - 2(1 + \beta(n - 1))^2\right)^2} A^2 \quad (5.23)$$

5.3.1 Subvention optimale du scénario coopératif

Le niveau optimal de subvention à la R&D, s_{spm}^c , permet comme nous l'avons expliqué précédemment la maximisation du surplus social par le gouvernement. A partir des équations 5.20, 5.21 et 5.22, on obtient la fonction de bien-être du scénario coopératif

$$SW(s)^C = \frac{n\gamma_{pr} \left((n+2) \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} (2(n+1)^2\gamma_{pu} - n(n+2)\alpha^2)(1-s)^2 - 4(1+\beta(n-1))^2 \right)}{\left(\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} (2(n+1)^2\gamma_{pu} - n(n+2)\alpha^2)(1-s) - 2(1+\beta(n-1))^2 \right)^2} A^2 \quad (5.24)$$

Après maximisation, il en découle le montant optimal de la subvention suivant ⁹⁴

$$s_{spm}^{*c} = \frac{n}{n+2} \quad (5.25)$$

Ce résultat signifie que dans un scénario coopératif, la maximisation du bien-être nécessite qu'une proportion $\frac{n}{n+2}$ des dépenses de recherche des acteurs privés de la R&D soit subventionné. Comparativement au scénario non-coopératif, le niveau optimal de subvention de la R&D ne dépend pas du degré de spillover inter-firmes mais augmente seulement avec le nombre de firmes coopérantes. En comparant ce résultat avec le niveau de subvention à la recherche non-coopérative, on en tire le lemme 15 :

Lemma 15.

$$s_{spm}^{*c} \leq (\geq) s_{spm}^{*nc} \quad \text{si et seulement si} \quad \beta \geq (\leq) 0.5$$

Pour rappel, la subvention optimale à la R&D stimule l'investissement des firmes en réduisant le coût lié à ces activités de recherche et en augmentant de fait les profits des firmes, ce qui se trouve toujours être socialement bénéfique. De plus, lorsque le degré de spillover inter-firmes est faible ($\beta < 0.5$), le niveau de R&D coopérative est inférieur à celui du scénario non-coopératif en absence de subvention. Par conséquent, le gouvernement se doit d'augmenter ses subventions à la recherche coopérative, s^C . Inversement, lorsque le degré d'externalité inter-firmes est élevé, la subvention optimale à la R&D se doit d'être plus généreuse envers les dépenses de R&D des firmes non-coopératives dans l'objectif de soutenir la recherche privée.

En intégrant l'équation s_{spm}^C dans les équations précédentes, on obtient l'ENPS suivant :

$$x_{spm}^C = x_{spm}^{NC} = \frac{(2+n)(1+\beta(n-1))}{\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} (2(n+1)^2\gamma_{pu} - n(n+2)\alpha^2) - (2+n)(1+\beta(n-1))^2} A$$

94. La CSO est toujours vérifiée.

$$x_{pub}^C = x_{pub}^{NC} = \frac{n(n+2)\alpha \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}}{\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} (2(n+1)^2\gamma_{pu} - n(n+2)\alpha^2) - (2+n)(1+\beta(n-1))^2} A$$

$$Q_{spm}^C = Q_{spm}^{NC} = \frac{2n(n+1)\gamma_{pr}}{\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} (2(n+1)^2\gamma_{pu} - n(n+2)\alpha^2) - (2+n)(1+\beta(n-1))^2} A$$

$$\pi_{spm}^C = \frac{2\gamma_{pr} (2(n+1)^2\gamma_{pr} - (n+2)(1+\beta(n-1))^2)}{\left(\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} (2(n+1)^2\gamma_{pu} - n(n+2)\alpha^2) - (2+n)(1+\beta(n-1))^2\right)^2} A^2$$

$$SW_{spm}^C = SW_{spm}^{NC} = \frac{n(n+2)\gamma_{pr}}{\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} (2(n+1)^2\gamma_{pu} - n(n+2)\alpha^2) - (2+n)(1+\beta(n-1))^2} A^2$$

$$SC_{spm}^C = nS\gamma_{pr} (x_{spm}^C)^2 + \gamma_{pu} (x_{pub}^C)^2$$

$$\iff$$

$$SC_{spm}^C = \frac{n^2(n+2)\gamma_{pr} \left((1+\beta(n-1))^2 + (n+2)\alpha^2 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} \right) A^2}{\left(\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} (2(n+1)^2\gamma_{pu} - n(n+2)\alpha^2) - (2+n)(1+\beta(n-1))^2 \right)^2}$$

Enfin, pour un nombre de firmes $n \geq 2$, nous pouvons également déterminer la part des dépenses publiques qui sont allouées au financement de la recherche privée et de la recherche publique (respectivement θ^c et $1 - \theta^c$) :

$$\begin{cases} \theta^c = \frac{(1+\beta(n-1))^2}{(1+\beta(n-1))^2 + (n+2)\alpha^2 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}} \\ (1 - \theta^c) = \frac{(n+2)\alpha^2 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}}{(1+\beta(n-1))^2 + (n+2)\alpha^2 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}} \end{cases} \quad (5.26)$$

avec $\theta^c \in (0, 1) \quad \forall \beta, \alpha \in (0, 1]$

5.4 Comparaisons

Nous allons désormais pouvoir procéder aux diverses comparaisons comme nous l'avons fait dans les chapitres précédents. Nous commencerons pour cela par analyser l'efficacité de la politique *SPM* au regard de l'organisation de la recherche privée, *C* ou *NC*. Dans un second temps, nous discuterons de la répartition d'équilibre des financements publics entre les deux secteurs de recherche, θ . Enfin, nous procéderons aux comparaisons entre les trois politiques.

5.4.1 Comparaisons entre les différents scénarios : C et NC

A partir de l'ensemble des résultats précédents du modèle *SPM* à n firmes, nous pouvons tirer les propositions suivantes :

Proposition 5.1. $\forall n > 2, \beta$ et $\alpha \in]0, 1]$,

$$x_{spm}^C = x_{spm}^{NC}$$

$$x_{pub}^C = x_{pub}^{NC}$$

$$XT_{spm}^C = XT_{spm}^{NC}$$

$$Q_{spm}^C = Q_{spm}^{NC}$$

$$SW_{spm}^C = SW_{spm}^{NC}$$

$$s_{spm}^C \geq (\leq) s_{spm}^{NC}, \quad \forall \beta \leq (\geq) 0.5$$

$$\pi_{spm}^C \geq (\leq) \pi_{spm}^{NC}, \quad \forall \beta \leq (\geq) 0.5$$

$$SC_{spm}^C \geq (\leq) SC_{spm}^{NC}, \quad \forall \beta \leq (\geq) 0.5$$

$$Eff_{spm}^C \geq (\leq) Eff_{spm}^{NC}, \quad \forall \beta \geq (\leq) 0.5$$

Proof : Les preuves sont évidentes.

L'étude de la politique *SPM*, mêlant présence d'un acteur public de la recherche et versement d'une subvention à la R&D privée, met en avant des résultats sensiblement identiques à ceux de la politique *SPR*. En effet, les scénarios coopératif et non-coopératif aboutissent aux mêmes résultats d'équilibres : les niveaux de recherche public et privés, les surplus des consommateurs et le surplus total sont identiques. Comme nous avons pu l'expliquer précédemment, ce constat est dû à la détermination du niveau de la subvention optimale à la R&D privée qui vient entièrement

compenser l'effet "spillover" lié à l'activité de recherche. Puisque sans intervention publique, la recherche non-coopérative est plus faible que la R&D coopérative pour des degrés de spillover élevés ($\beta \geq 0.5$), en raison de l'internalisation des externalités de connaissance par les structures coopératives de R&D, le décideur public se doit de soutenir plus intensément la recherche non-coopérative ($s_{spm}^{NC} \geq s_{spm}^C$). Ce soutien plus important à la recherche non-coopérative vient ainsi compenser cet *effet spillover* et la R&D non-coopérative devient aussi performante que la recherche coopérative.

Qui plus est, ce soutien plus important à la R&D non-coopérative s'accompagne mécaniquement de profits plus élevés pour les entreprises non-coopératives pour un niveau élevé de spillovers et par conséquent d'un coût social plus lourd également pour les finances publiques. Néanmoins, comme nous venons de le souligner, ce surcoût social, comparativement au scénario coopératif, n'induit pas de meilleurs résultats économiques pour autant (le raisonnement s'inverse pour un degré de spillover faible). De ce fait, si le décideur choisit de subventionner de manière optimale la recherche, il se peut que les entreprises aient un intérêt contraire à l'intérêt public. Effectivement, les entreprises choisiront dès lors de ne pas coopérer pour des degrés de spillover élevés afin d'obtenir les profits les plus élevés, conduisant automatiquement le décideur public à subventionner plus fortement les investissements privés de recherche, se traduisant par un impact également plus fort sur les dépenses publiques. En conséquence, le décideur public, garant de la maximisation du bien-être *et* de l'équilibre à long-terme des finances publiques, devrait privilégier le financement à des projets coopératifs pour des degrés d'appropriation faibles, tandis qu'il devrait privilégier les projets non-coopératifs pour des degrés d'externalités inter-firmes faibles.

On peut étudier l'effet des externalités sur les différents résultats de la politique *SPM*

Lemma 16. $\forall n > 2, \forall \beta$ et $\alpha \in]0, 1]$:

$$\begin{aligned}
 (i) \quad & \frac{\partial x_{pub}^{C,NC}}{\partial \alpha} \geq 0 \\
 (ii) \quad & \frac{\partial x_{spm}^{C,NC}}{\partial \alpha} \geq 0 \\
 (iii) \quad & \frac{\partial Q_{spm}^{C,NC}}{\partial \alpha} \geq 0 \\
 (iv) \quad & \frac{\partial SW_{spm}^{C,NC}}{\partial \alpha} \geq 0
 \end{aligned}$$

Proof : Les preuves sont évidentes.

Les résultats d'équilibre montrent également que la proximité entre les deux secteurs de recherche, c'est à dire l'effet de α , est toujours plus efficace socialement que ce soit en termes de niveaux de recherche, de surplus des consommateurs mais aussi du bien-être ($\frac{\partial \Omega}{\partial \alpha} < 0$ cf Tableau 5.3). Ce constat tend à suggérer qu'il peut effectivement être intéressant pour les gouvernements de promouvoir et de faciliter les interactions entre les deux secteurs de recherche, se traduisant de fait par un accroissement des investissements public et privés de recherche. Le lemme 17 montre aussi que les firmes peuvent également avoir un intérêt à se rapprocher du secteur public afin de tirer profit au maximum des retombées technologiques induites par les activités de recherche du secteur public. Par ailleurs, cet avantage à se rapprocher du secteur public est plus élevé pour les firmes coopératives lorsque le degré d'externalités inter-firmes est faible et inversement, plus important pour les firmes non-coopératives lorsque les spillovers sont élevés. Néanmoins, lorsque les firmes et le secteur public de la recherche sont éloignés l'un de l'autre, afin de compenser cette perte d'externalités publiques, le secteur privé doit recevoir une part plus importante des fonds publics destinés au soutien à la recherche. Enfin, contrairement au constat concernant le niveau optimal de subvention à la R&D, nos résultats montrent clairement que s'agissant des interactions avec le secteur public, l'intérêt privé des firmes va dans le sens de l'intérêt collectif puisqu'un rapprochement entre les secteurs sera toujours privilégié par les firmes, améliorant par construction les résultats d'équilibre.

Lemma 17. $\forall n \geq 2,$

$$0 < \frac{\partial \pi^c}{\partial \alpha} < \frac{\partial \pi^{nc}}{\partial \alpha} \quad \text{iff} \quad \beta > 0.5$$

$$0 < \frac{\partial \pi^{nc}}{\partial \alpha} < \frac{\partial \pi^c}{\partial \alpha} \quad \text{iff} \quad \beta < 0.5$$

Proof : Voir annexe I.1.N.

La proposition suivante démontre que l'intervention publique, sous la forme de la politique *SPM*, est toujours préférée à la non-intervention de l'Etat quel que soit le scénario et pour l'ensemble des résultats. Ce constat vient ainsi légitimer l'application d'une politique *SPM* dans le but de soutenir l'activité de R&D et le bien-être :

Proposition 5.2. $\forall n > 2, \forall \beta$ et $\alpha \in]0, 1]$

$$\begin{aligned} x_{spm}^{NC,C} &\geq x^{NC,C} \\ Q_{spm}^{NC,C} &\geq Q^{NC,C} \\ \pi_{spm}^{NC,C} &\geq \pi^{NC,C} \\ SW_{spm}^{NC,C} &\geq SW^{NC,C} \end{aligned}$$

Proof : Les preuves sont évidentes.

5.4.2 Discussion de la répartition d'équilibre du budget public destiné à soutenir la R&D

Concernant la répartition d'équilibre des financements publics entre les deux secteurs de recherche, θ , nous pouvons tirer la proposition suivante :

Proposition 5.3. *Quelque soit le scénario considéré, C ou NC , la part du financement public allouée au secteur privé de la recherche, θ , est impactée :*

- (i) positivement par l'efficacité de la recherche du secteur privé relativement à celle du secteur public, c'est à dire l'inverse de $\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}$,
- (ii) négativement par le degré d'externalité de connaissance en provenance du secteur public (α),
- (iii) positivement par le degré de spillover inter-firmes (β),
- (iv) positivement par le nombre de firmes sur le marché lorsque le degré de spillover inter-firmes est suffisamment élevé et l'industrie peu concentrée.

Proof : Voir annexe [I.1.O](#).

Le premier point précise que la part des fonds publics destinés à la recherche allouée aux entreprises privées de la R&D diminue avec le rapport $\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}$, qui correspond comme nous l'avons déjà expliqué à une mesure inverse de l'efficacité relative de la technologie de recherche des deux secteurs. Dans les faits, si ce rapport est supérieur à 1, la recherche entreprise par le secteur privé sera beaucoup moins efficace et assurément plus coûteuse que cette même recherche menée par le secteur public (et inversement). En conséquence le décideur public, dans son objectif de maximiser le bien-être, préférera logiquement soutenir le secteur de recherche dont la technologie de recherche est la plus efficace, c'est à dire la moins coûteuse. Dit

autrement, afin de réduire l'impact budgétaire (coût social) d'une telle politique, les financements publics destinés à la recherche seront plus facilement accordés aux activités de recherche pouvant être entreprises pour un coût moindre.

La proposition 5.3 montre également que ce paramètre θ de répartition des financements publics en faveur du secteur privé diminue avec le degré d'externalité publique, le paramètre α . Plus la recherche entreprise par le secteur public profite aux entreprises privées de la R&D, sans contreparties financières de ces dernières, plus l'Etat devra soutenir intensément le secteur public. En effet, les entreprises de la R&D profitent indirectement de ces financements alloués à la recherche publique via les externalités que ces investissements publics en recherche génèrent. Dès lors, si ces entreprises profitent plus largement du soutien financier indirect, le décideur public peut ainsi réduire son soutien financier direct via les subventions à la recherche qu'il accorde aux entreprises de la R&D.

Qui plus est, puisque ce degré d'externalités publiques peut aussi être interprété comme un proxy de la distance séparant les deux secteurs, nous pouvons également conclure qu'un positionnement géographique des entreprises privées à proximité du secteur public de la recherche, entraînant de fait des externalités publiques plus importantes, se fera au regard d'une distribution des ressources publiques plus profitable à la recherche publique. En effet, puisque les subventions versées directement à la R&D privée deviennent par construction socialement moins efficaces à mesure que le secteur privé profite des retombées technologiques du secteur public, le décideur public devra réduire d'autant son soutien financier au secteur privé et augmenter celui au secteur public. En conclusion, nous pouvons nous questionner quant à la légitimité de la politique *des pôles de compétitivité* menée en France. Pour rappel cette politique propose des subventions à la recherche versées à des entreprises privées afin entre autre de les inciter à se localiser à proximité du centre public de recherche. Paradoxalement, nos résultats théoriques tendent au contraire à prouver que ces financements publics devraient être redirigés en priorité vers le secteur public de la recherche plutôt que d'être alloués aux entreprises membres du pôle en raison de la proximité géographique qui profite déjà à ces firmes.

Enfin, la proposition précédente met en avant le résultat selon lequel que la part du soutien financier en faveur du secteur privé augmente avec le degré de spillover inter-firmes. Comme nous le savons, le degré d'externalités technologiques diffère entre les domaines de recherche. De nombreux auteurs comme Bloom et al. (2013); Beck et al. (2016) différencient ainsi les performances de recherche des firmes en fonction du secteur économique dans lequel elles évoluent, la différence principale

se situant entre recherche *appliquée* et celle qualifiée de *fondamentale*. Assurément, la recherche appliquée étant par définition plus spécialisée à un secteur, elle sera d'autant plus appropriable que la recherche fondamentale, plus encline à être codifiée donc "copiable". C'est cette seconde recherche qui conduit plus particulièrement aux défaillances de marché et au sous-investissement en R&D, phénomène qui s'aggrave encore à mesure que la concurrence s'accroît dans l'industrie.

En conséquence, cela explique que la distribution optimale des financements publics de recherche se fasse au profit du secteur privé à mesure que la concurrence s'intensifie (point (iv)). En effet, nous avons expliqué précédemment qu'un des principaux instruments à disposition du décideur public dans son objectif de réduction de ce déficit d'investissement en R&D n'est autre que le soutien financier à la recherche privée. De ce fait, nous constatons a contrario que lorsque le degré de spillover inter-firmes diminue et que l'industrie est concentrée ($n \leq 4$), il est socialement préférable que cette distribution des financements publics destinés à soutenir la recherche, se fasse davantage en faveur du secteur public.

Au delà de ces 4 points énoncés dans la proposition 5.3, nous pouvons également étudier la façon dont cette distribution des financements publics destinés à la recherche se fait en fonction des formes d'organisation des activités privées de recherche.

Proposition 5.4. *Pour $s > 0$, $\forall n \geq 2$ et $\alpha \in]0, 1]$*

$$\left\{ \begin{array}{ll} \theta^{NC} > \theta^C & \text{si et seulement si } \beta > 0.5 \\ \theta^{NC} = \theta^C & \text{si et seulement si } \beta = 0.5 \\ \theta^{NC} < \theta^C & \text{si et seulement si } \beta < 0.5 \end{array} \right.$$

Proof : Voir annexe I.1.P.

Nous retrouvons là les résultats développés précédemment lors des comparaisons entre les scénarios coopératif et non-coopératif. Puisque le décideur public se doit de subventionner plus fortement la recherche coopérative pour un niveau d'externalités inter-firmes faible ($\beta < 0.5$), alors par construction les firmes reçoivent une part plus importante des financements publics destinés à la recherche pour des degrés faibles de spillover dans le scénario coopératif. La logique s'inverse pour des degrés élevés de spillover inter-firmes, les firmes recevront une part plus importante de ces financements publics lorsque ces dernières coopéreront dans l'élaboration de leurs stratégies de recherche. De plus, puisque la part optimale des financements publics destinés à soutenir l'effort public de recherche ne dépend pas des stratégies de recherche des

firmes, $x_{pub}^C = x_{pub}^{NC}$, alors la différence énoncée par la proposition 5.4 ne dépend que de la différence entre les niveaux de subvention optimale s^C et s^{NC} .

Ce résultat théorique tend ainsi à montrer une fois de plus qu'il peut-être préférable de réduire les subventions à la recherche privée au profit d'une augmentation des financements publics destinés à soutenir le secteur public de la recherche lorsque les firmes coopèrent en R&D et que le degré de spillover inter-firmes est suffisamment élevé. Cela signifie que les décideurs publics peuvent se tromper lorsque ces derniers cherchent à encourager la coopération en R&D en augmentant systématiquement les subventions, politique inefficace socialement lorsque les connaissances sont peu appropriables ($\beta \geq 0.5$). Ce résultat est illustré par la figure 5.2.

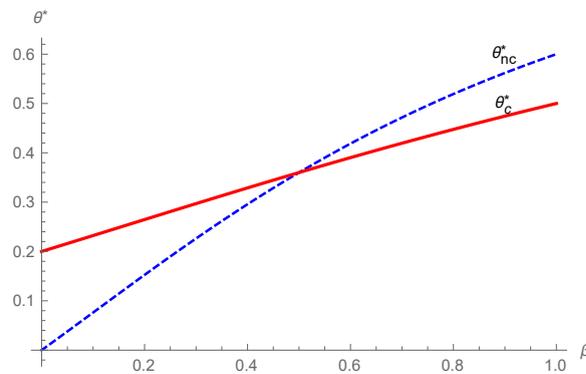


Figure 5.2 – Part des financements publics allouée au secteur privé de la recherche avec $\alpha = 1$ ($n = 2$).

Dès lors, la situation de la France, décrite dans l'étude de l'OCDE présentée en introduction, interpelle. Nous avons effectivement pu remarquer en introduction que la France faisait partie du groupe de pays dont la répartition des ressources publiques destinées à soutenir la recherche était la plus généreuse envers le secteur privé parmi l'ensemble des pays de l'OCDE. En octroyant un tiers du budget public, destiné à la politique de la recherche, au secteur privé en 2010, la France est largement au dessus de la moyenne des pays de l'OCDE. Mais également, l'évolution de cette répartition, notre variable θ , se fait là encore depuis 2005 en faveur du secteur privé, passant d'une répartition de 19.9% en 2005 à 33.7% en 2010.

Ces deux chiffres font écho à un débat important en France entre les principaux acteurs de la recherche en France. Le *CNRS*, principal acteur public de la recherche, dont la mission primordiale est "d'évaluer, d'effectuer ou de faire effectuer toutes recherches présentant un intérêt pour l'avancement de la science, ainsi que le progrès

technique, social et culturel du pays", remet ainsi ouvertement en question l'intérêt économique de la politique du *Crédit Impôt Recherche* développée en France, allant jusqu'à affirmer que ces subventions publiques ne généreraient que des effets d'aubaines pour les entreprises privées. Même du côté des entreprises privées, certaines voix s'élèvent contre cette évolution de la politique de soutien à la recherche en faveur du privé. Jean-Louis Beffa, à l'époque président-directeur de St Gobain, précisait dans une interview (Beffa, 2004), qu'il ne faudrait pas que le financement de la recherche privée se fasse par une dépréciation de la situation financière du secteur public de la recherche mais au contraire via une appréciation globale de ce budget public destiné à soutenir la recherche en France. Selon ce dernier, notre secteur public de la recherche est "un avantage comparatif" pour la France, le sacrifier, même au profit du secteur privé, serait ainsi une aberration. A l'opposé, les entreprises françaises de la R&D ont indéniablement un intérêt pécunier dans cette opération, espérant ainsi soulager une partie du coût des dépenses, liées à la réalisation de leur projet de recherche, sur le budget de l'Etat. Elles seront ainsi partisans d'un soutien grandissant à la recherche privée.

On perçoit facilement combien ce sujet peut-être épineux. Notre modélisation ayant pour objectif d'éclairer le débat public, nous retiendrons des résultats obtenus précédemment les points suivants :

- La France s'est engagée, comme beaucoup de pays occidentaux, dans une politique de rapprochement des deux secteurs de la recherche. Que ce soit au travers de la politique des *pôles de compétitivité*, des conventions *CIFRE*, des laboratoires de recherche partagée, des *instituts Carnots*, etc..., la recherche partenariale est largement incitée par les pouvoirs publics⁹⁵. Cet ensemble d'actions du décideur public en faveur du rapprochement et de la fluidité des transferts technologiques entre les deux secteurs fait par conséquent écho à un accroissement de notre variable captant cette externalité publique, α . Or, comme nous l'avons montré dans ce dernier chapitre, un accroissement des retombées technologiques en provenance du secteur public doit automatiquement s'accompagner d'une politique de financements plus généreuse envers le secteur public de la recherche, ce qui vient contredire l'évolution de cette répartition développée en introduction (cf tableau 5.1).
- De plus, nous pouvons avancer l'hypothèse selon laquelle les deux secteurs ne

95. Pour rappel, nous avons vu dans la précédente partie traitant plus particulièrement de la politique des pôles, qu'un projet de recherche pour être éligible à un financement public direct, doit rassembler au moins deux acteurs privés et un acteur public membres du pôles.

se destinent *généralement* pas à la même recherche (Archibugi and Filippetti, 2018; Filippetti and Savona, 2017). En effet, puisque les entreprises privées de la R&D sont menées par la recherche du profit, sélectionnant les projets de recherche proposant la rentabilité la plus élevée, elles privilégient la recherche appliquée. A l'inverse, le secteur public de recherche n'étant pas soumis à cette contrainte de rentabilité financière⁹⁶, peut se permettre d'entreprendre des investissements en recherche beaucoup plus risqués, mais également plus prometteurs de progrès social et d'améliorations du bien-être. Le secteur public de la recherche est ainsi habituellement caractérisé par la recherche fondamentale et le développement de nouvelles connaissances sans pour autant en envisager une application ou une utilisation particulière⁹⁷. Pourtant, la recherche appliquée est moins concernée par les problèmes d'appropriation de la connaissance à l'inverse de la recherche fondamentale qui, moins codifiable, est plus facilement copiable. De fait, si les entreprises privées se destinent plus particulièrement à la recherche appliquée, l'Etat devrait au contraire réduire d'autant son soutien à au secteur privé et accroître celui du secteur public afin qu'il puisse entreprendre ces investissements moins rentables mais pourtant plus bénéfiques pour la société⁹⁸.

- Enfin, un dernier constat peut-être dressé concernant la relation entre la concentration des activités et le niveau des investissements de R&D. D'après l'INSEE, si 84% des entreprises ayant réalisées des activités de R&D étaient des PME, elles ne totalisaient que 17% des dépenses privées de recherche en 2015. A l'op-

96. Le secteur public dans son ensemble ne se limite pas à la seule rentabilité financière mais intègre également dans l'étude de faisabilité du projet les concepts d'amélioration du niveau de vie et du bien-être et sera alors moins intéressé par la seule rentabilité financière.

97. Cette généralité n'est cependant pas exclusive, l'exemple des Etats Unis, dont les autorités fédérales se sont dotées très tôt d'outils afin d'exploiter plus systématiquement le potentiel de leurs universités en matière d'innovation (Bayh-Dol Act), démontre que le secteur public de la recherche peut également se destiner plus particulièrement à la recherche appliquée au détriment de la recherche fondamentale, dont les retombées commerciales sont plus incertaines.

98. D'après Archibugi and Filippetti (2018); Filippetti and Savona (2017), l'augmentation du soutien public à la recherche privée peut-être analysée comme un retrait volontaire du secteur public avec les conséquences néfastes que ce retrait peut avoir sur le bien-être à long-terme, en particulier en raison de cette perte de recherche fondamentale. Selon ces derniers, les entreprises privées préféreront la recherche appliquée à la recherche fondamentale puisque sa profitabilité est plus élevée et tout du moins plus certaine. A l'inverse, la recherche fondamentale étant par construction une recherche expérimentale ou théorique, dont l'objectif est d'acquérir des connaissances nouvelles sans applications ou utilisations directes, elle sera fortement provocatrice de gains de bien-être collectif sans pour autant être "profitable" à l'entité de recherche qui l'entreprend. De ce fait, selon les auteurs, en raison de cette différence entre les deux secteurs, ils déterminent que la montée en puissance du phénomène de *basculement de l'initiateur* de la recherche (du secteur public vers le secteur privé) est un danger pour le bien-être collectif (ainsi que pour le développement économique à long-terme) en cela que les activités de recherche les plus bénéfiques pour la société ne sont pas les plus profitables pour celui qui les entreprend.

posé, les grandes entreprises, par construction bien moins nombreuses, étaient la même année à l'origine de 58% de ces dépenses privées de recherche. Ainsi, à mesure que les activités de recherche se concentrent, quand le nombre d'entreprises présentes sur le marché et donc la concurrence se réduisent, on constate qu'en moyenne l'effort privé de recherche s'accroît⁹⁹. Dès lors, si l'objectif de l'Etat se trouve être le soutien de l'innovation au travers des aides au secteur privé de la R&D, toute augmentation de la subvention aux activités de recherche privées profitera en majorité aux grandes entreprises qui concentrent un peu moins des deux tiers des activités de recherche. Pourtant, nos résultats théoriques tendent à contredire ce constat. En effet, nous démontrons que la répartition du budget public destiné à soutenir la recherche doit se faire plus en faveur du secteur privé à mesure que la concurrence s'intensifie, afin de réduire les conséquences négatives de l'*effet spillover*. Inversement, nous déterminons que ce financement public doit être plus généreux envers le secteur public de la recherche lorsque les activités privées sont concentrées, c'est à dire justement des entreprises de grandes tailles peu nombreuses. Sur ce sujet, nos conclusions théoriques semblent aller dans le sens d'un rapport du Sénat de 2012 qui estimait que le Crédit d'Impôt Recherche était bien trop générateur d'*effet d'aubaine*, ce qu'il attribuait principalement à la taille trop importante des entreprises soutenues, et privilégiait ainsi le soutien aux entreprises de tailles plus petites (PME), de fait plus soumises à la concurrence¹⁰⁰.

5.4.3 Comparaisons de l'efficacité relative des différentes politiques étudiées : *SPR*, *SPU* et *SPM*

Tout d'abord, nous comparons l'efficacité relative de la politique *SPM* au regard de la politique *SPU* (financement du seul secteur public de la recherche), puis dans un second temps nous évaluons son efficacité comparativement à la politique *SPR* (subvention au secteur privé de la R&D uniquement) :

Proposition 5.5. $\forall n \geq 2, \alpha \text{ et } \beta \in]0, 1]$,

99. Cet effet est attendu et s'explique par la capacité de ces grandes entreprises à générer plus de profits et ainsi à répartir le risque lié à la R&D sur plusieurs projets différents entrepris en même temps, ainsi que par l'ensemble des économies d'échelle liées aux activités de recherche.

100. Source : Rapport du Sénat intitulé "crédit d'impôt recherche : supprimer l'effet d'aubaine pour les grandes entreprises, réorienter le dispositif vers les PME".

1. Entre les politiques *SPM* et *SPU*

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{spm}^{NC,C} > x_{spu}^{NC,C} \\ x_{pub}^{C,NC}|_{spm} > x_{pub}^{C,NC}|_{spu} \\ XT_{spm}^{NC,C} > XT_{spu}^{NC,C} \\ Q_{spm}^{C,NC} > Q_{spu}^{C,NC} \\ \pi_{spm}^{C,NC} > \pi_{spu}^{C,NC} \\ SW_{spm}^{C,NC} > SW_{spu}^{C,NC} \end{array} \right.$$

2. Entre les politiques *SPM* et *SPR*

$$\left\{ \begin{array}{l} s_{spm}^C = s_{spr}^C \quad \text{et} \quad s_{spm}^{NC} = s_{spr}^{NC} \\ x_{spm}^{NC,C} > x_{spr}^{NC,C} \\ XT_{spm}^{NC,C} > XT_{spr}^{NC,C} \\ Q_{spm}^{C,NC} > Q_{spr}^{C,NC} \\ \pi_{spm}^{C,NC} > \pi_{spr}^{C,NC} \\ SW_{spm}^{C,NC} > SW_{spr}^{C,NC} \end{array} \right.$$

Proof : Voir annexe [I.1.Q.](#)

Comme le montre la proposition ci dessus, la politique *SPM*, mêlant à la fois subvention à la R&D privée et financement d'un secteur public, est tout naturellement plus efficace que chaque instrument de politique publique isolément (*SPU* ou *SPR*). En effet, nous constatons d'une part qu'une politique de financement qui encourage de manière optimale les investissements de recherche des deux secteurs public et privé aboutit à de meilleurs résultats d'équilibre que les deux autres types de politiques publiques développées précédemment ; et ce quelque soit les degrés d'externalités inter-firmes et publique.

La conclusion que nous pouvons en tirer est assez claire : un décideur public qui souhaite aujourd'hui soutenir efficacement la R&D de son pays et par extension garantir un bien-être sociétal maximum, doit conjuguer financement d'un secteur public de la recherche et parallèlement subventionner l'activité de R&D des firmes. Bien entendu, cette politique est par construction une politique très coûteuse comparativement aux deux autres politiques (cf lemme 18) puisque cette dernière subventionne l'effort de recherche des entreprises privées, de manière identique que ce soit en présence ou non d'un secteur public, tout en cumulant ces dépenses avec la prise en charge des dépenses du secteur public de recherche qui dépend directement de l'Etat. Là encore, le choix est cornélien entre d'un côté soutenir efficacement la

R&D et le bien-être social et contrôler la dépense publique d'un autre côté.

Lemma 18. $\forall n \geq 2, \forall \beta$ et $\alpha \in]0, 1]$

$$- SC_{spm}^{C,NC} > SC_{spu}^{C,NC}$$

$$- SC_{spm}^{C,NC} > SC_{spr}^{C,NC}$$

Proof : Les preuves sont évidentes.

5.4.4 Discussion en fonction du nombre de firmes sur le marché

L'objet de cette sous-section est de déterminer si le nombre de firmes présentes sur le marché a un effet quelconque sur l'efficacité de la politique *SPM* au regard des différents résultats d'équilibre. Nous pouvons rappeler en préambule que dans un environnement compétitif, les entreprises privées de la R&D sont soumises à deux effets distincts. Le premier, l'*effet compétition*, stipule que ces dernières ont une incitation plus importante à investir en R&D à mesure que la concurrence sur le marché se renforce, afin justement de gagner en compétitivité et d'en tirer avantage pour faire face à cette compétition (Leahy and Neary, 1997). Le second, qui vient contrebalancer le premier, l'*effet spillover*, vient quant à lui décourager l'investissement en recherche à mesure que la concurrence s'intensifie en raison des retombées économiques que cette recherche génère sur les concurrentes, sans aucunes contreparties financières de ces dernières annihilant de fait l'effet compétition. Par conséquent, nous pouvons légitimement nous interroger quant à l'impact de chacun de ces deux effets contradictoires et plus précisément quel effet l'emporte lorsque la concurrence s'intensifie.

Dans une autre mesure, les différents rapports sur la politique française des *Pôles de compétitivité* mettent en avant la condition, préalable à l'efficacité de tous ces pôles, selon laquelle ces regroupements d'entreprises, autour d'un centre public de recherche, doivent dépasser une taille critique afin d'atteindre une visibilité et une attractivité internationale suffisantes à même de garantir l'efficacité d'une telle politique. Notre objectif sera donc ici de déterminer si l'intensification de la concurrence sur le marché, à mesure que le pôle de compétitivité voit sa taille augmenter, ne vient pas limiter l'efficacité de la mise en place de la politique *SPM* ou si au contraire, la taille du *cluster* est réellement un critère indispensable d'efficacité de cette politique.

La proposition suivante résume l'effet de la taille du pôle sur les différents résultats d'équilibre

Proposition 5.6. $\forall n > 2, \forall \beta$ et $\alpha \in]0, 1]$:

- (i) $\frac{\partial x_{spm}^{C,NC}}{\partial n} \geq 0 \quad \forall \beta \geq \beta_{spm}^-$
- (ii) $\frac{\partial x_{pub}^{C,NC}}{\partial n} \geq 0$
- (iii) $\frac{\partial Q_{spm}^{C,NC}}{\partial n} \geq 0$
- (iv) $\frac{\partial SW_{spm}^{C,NC}}{\partial n} \geq 0$

Avec $0 \leq \beta_{spm}^- \leq 1$.

Proof : Voir annexe I.1.Q.1.

Lorsque l'Etat soutient conjointement les deux secteurs de la recherche, l'intensification de la concurrence sur le marché est vertueuse puisqu'elle vient accroître les surplus des consommateurs, l'investissement public en recherche ainsi que le bien-être global. Dès lors, afin d'améliorer de manière optimale la situation économique, l'Etat doit, en parallèle de cette politique *SPM*, veiller à ce que la libre entrée soit respectée sur le marché. Logiquement, plus le nombre d'entreprises augmente sur le marché, plus le surplus des consommateurs s'accroît, ce qui vient également améliorer le bien-être. Mais également, rappelons qu'à mesure que la concurrence s'intensifie, les entreprises se retrouvent mécaniquement de plus en plus soumises à l'*effet spillover*, réduisant ainsi leurs propres efforts de R&D. Dès lors, le secteur public, garant de l'optimum social, se doit d'investir toujours plus en recherche à mesure que le nombre de firmes sur le marché augmente, avec l'objectif de générer d'autant plus de retombées technologiques à partir de sa propre recherche.

Maintenant, lorsque l'Etat subventionne la recherche privée et que le degré de spillover inter-firmes est faible, $\beta \leq \beta_{spm}^-$, on constate que l'intensification de la concurrence aura un effet négatif sur l'investissement privé en R&D, correspondant ainsi à l'*effet spillover*. Nous constatons d'ailleurs que cet *effet spillover* est toujours présent quelque soit le scénario retenu (C ou NC). Ce constat s'explique aisément par l'impact de la subvention versée à la recherche privée. Cette dernière, déterminée afin de garantir l'optimum social, vient en effet compenser en totalité l'effet désincitatif de l'externalité de connaissance sur l'effort non-coopératif de recherche. En effet, nous déterminons dans ce cas que les niveaux de R&D coopératif et non-coopératif sont identiques quelque soit le degré de spillover (cf proposition 5.1). Dès lors, c'est lorsque ce degré d'externalité est suffisamment élevé, $\beta \geq \beta_{spm}^-$, que l'intensification de la concurrence sur le marché est favorable à l'investissement privé en R&D. Ceci se justifie par l'impact de la subvention versée aux entreprises qui augmente avec

le nombre de firmes (pour des β élevés dans le scénario non-coopératif et pour tout β dans le scénario coopératif). Paradoxalement, on peut conclure que l'*effet compétition* influence principalement les entreprises lorsque ce degré de spillover est élevé, les incitant à des investissements en R&D plus importants, tandis que l'*effet spillover* vient les impacter principalement lorsque ce degré d'externalité inter-firmes est faible.

Si on recentre cette analyse sur le cas de la politique des *pôles de compétitivité*, nous affirmons la nécessité que ce pôle atteigne une taille suffisamment élevée afin de profiter au maximum des synergies et des externalités de connaissance générées par ce regroupement d'entreprises et de laboratoires publics. En effet, c'est à cette condition que la politique des pôles tirera le maximum de bénéfices pour le bien-être, correspondant à l'objectif de soutien de l'activité économique. Néanmoins, si on regarde l'autre objectif de ces pôles, à savoir générer un surplus d'innovation, alors dans le cas particulier des secteurs peu soumis au problème d'appropriation de la connaissance, lorsque β est faible, la concentration des activités dans un cluster peut au contraire se révéler inefficace.

Conclusion

En conclusion de ce dernier chapitre, nous retiendrons les principaux résultats suivants :

- La politique *SPM* est non seulement performante du point de vue de ses résultats mais également au regard de la résolution de la défaillance de marché liée à la présence de spillovers. De plus, précisons que cette dernière est également plus efficace que les deux autres politiques étudiées, *SPR* et *SPU*, et ce quelque soit le mode d'organisation de la recherche (C ou NC).
- Cependant, cette politique *SPM* reste logiquement la plus coûteuse en valeur absolue pour les finances publiques. Effectivement, elle supporte par construction à la fois les dépenses liées à l'existence du secteur public de la recherche mais également les dépenses liées au soutien du secteur privé de la recherche. Ce coût social de la politique *SPM* est d'ailleurs plus élevé lorsque les entreprises de la R&D subventionnées coopèrent (ne coopèrent pas) pour des degrés d'externalités inter-firmes élevés (faibles). Dès lors, puisque cette politique mène aux mêmes résultats d'équilibre quelque soit le mode d'organisation de la recherche, nous préconisons de privilégier les projets collaboratifs lorsque

le résultat de la recherche est peu appropriable et à l'inverse favoriser le financement de projets non-collaboratifs lorsque les résultats de recherche sont suffisamment appropriables (spillovers faibles).

- La performance de cette politique *SPM* est conditionnée par une meilleure proximité (géographique ou technologique) entre les deux secteurs de la recherche. A ce titre, on peut affirmer que les rapprochements dans un contexte de cluster peuvent ainsi être favorables pour la collectivité, ainsi d'ailleurs que pour les entreprises elles-mêmes. Néanmoins, ce rapprochement entre les deux secteurs de la recherche ne doit pas s'exercer sur la base d'incitations financières pour le secteur privé de la recherche (cf chapitre 1) mais plutôt à partir d'investissements publics de recherche plus importants afin de générer d'autant plus d'externalités publiques (politique de soutien à la recherche plus favorable au secteur public de la recherche).
- D'une manière générale, l'efficacité d'un *cluster de recherche* est fortement corrélée au nombre de membres le composant. Plus le cluster sera grand, impliquant de fait plus de firmes, et plus il sera à même de générer de l'innovation, mais seulement dans un contexte de spillovers élevés.

		Politique SPM	
		NC	C
s_{spm}		$\frac{\beta(n-1)(4+n)+(2-n)}{(2+n)(1+\beta(n-1))}$	$\frac{n}{n+2}$
x_{pub}		$\frac{n(n+2)\alpha \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}}{\Omega} A$	
x_{spm}		$\frac{(2+n)(1+\beta(n-1))}{\Omega} A$	
XT_{spm}		$\frac{n(n+2)\left((1+\beta(n-1))+\alpha \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}\right)}{\Omega} A$	
Q_{spm}		$\frac{2n(n+1)\gamma_{pr}}{\Omega} A$	
π_{spm}		$\frac{2\gamma_{pr}\left(2(n+1)^2\gamma_{pr}-(n+2)(n-\beta(n-1))(1+\beta(n-1))\right)}{\Omega^2} A^2$	$\frac{2\gamma_{pr}\left(2(n+1)^2\gamma_{pr}-(n+2)(1+\beta(n-1))^2\right)}{\Omega^2} A^2$
SW_{spm}		$\frac{n(n+2)\gamma_{pr}}{\Omega} A^2$	

Table 5.3 – Subvention optimale, output public de recherche, output privé de R&D, surplus des consommateurs, profit individuel, surplus total avec N firmes

$$A = (a - c), \quad \Omega = \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(2(n+1)^2\gamma_{pr} - n(n+2)\alpha^2) - (2+n)(1+\beta(n-1))^2$$

Conclusion de la seconde partie

L'objectif de cette seconde partie était de contribuer au débat économique actuel en y apportant un regard théorique. Pour ce faire, nous avons développé une modélisation théorique novatrice à même de considérer trois des quatre instruments de la politique publique d'innovation : la coopération en R&D, le soutien financier au secteur privé de la R&D et le financement d'un secteur public de recherche.

Nous déterminons que cette *policy-mix* (*SPM*) est toujours une politique performante que ce soit au regard de l'amélioration des efforts privés de recherche et du bien-être ou encore de la résolution de la défaillance de marché liée à la présence d'externalités inter-firmes. Nous déterminons également que la performance d'une telle politique associant les deux secteurs public et privé de la recherche n'est pas conditionnée par les choix de coopération des firmes concernant l'effort de recherche. Néanmoins, précisons que le coût de cette politique d'innovation pour les finances publiques est plus élevé lorsque les entreprises de la R&D subventionnées coopèrent pour des degrés d'externalités inter-firmes faibles, et inversement. Dès lors, en basant notre analyse sur une comparaison *coût-bénéfice*, nous préconisons clairement de privilégier le financement de projets coopératifs pour des degrés d'appropriation faibles, et à l'inverse, privilégier les projets non-coopératifs pour des degrés d'externalités inter-firmes faibles.

De plus, nous constatons que la performance d'une politique comprenant un acteur public de la recherche, avec ou sans subventions versées au secteur privé, est fortement conditionnée par la distance (géographique ou technologique) séparant les deux secteurs de la recherche. Dès lors, si l'on met en perspective cette politique dans le contexte d'une politique de cluster, nous déterminons que cette dernière doit également s'accompagner d'une incitation au rapprochement entre les secteurs de recherche, afin de tirer au maximum avantage des transferts technologiques en provenance du secteur public.

Egalement, nous démontrons que la politique mêlant subvention de la R&D pri-

vée et présence d'un acteur public de la recherche (*SPM*), est la politique la plus performante comparativement à une politique finançant uniquement un des deux secteurs, et quelque soit le mode d'organisation de la recherche. Mais pour autant, cette politique reste bien-entendu la plus coûteuse pour les finances publiques. De même, nous déterminons que la présence d'un acteur public de la recherche (*SPU*) peut représenter une politique publique plus efficace que celle consistant à subventionner la seule R&D privée (*SPR*), sous conditions que l'externalité publique de recherche soit suffisamment élevée permettant aux entreprises de bénéficier au maximum de ses retombées technologiques. Néanmoins, nous concluons que la politique de financement du seul acteur public de la recherche (*SPU*) n'est pas suffisante afin de résoudre la défaillance de marché liée à la présence d'externalités de connaissances. En effet, la présence de l'acteur public doit s'ajouter avec des incitations à la coopération inter-firmes ou bien avec le versement de subventions au secteur privé afin d'être pleinement efficace dans l'objectif de rétablir les incitations privées à investir en R&D à mesure que les spillovers augmentent.

Enfin, ce dernier chapitre permettait également de considérer l'articulation budgétaire entre d'un côté une politique plus favorable au financement du secteur public de la recherche et de l'autre une politique plus généreuse envers les entreprises privées de la recherche. A ce sujet, nos résultats théoriques nous permettent de conclure que cette répartition du budget public destiné au soutien de l'innovation doit se faire plus en faveur du secteur privé à mesure que les externalités inter-firmes augmentent et que la concurrence sur le marché de la production s'intensifie. A l'inverse, nous déterminons que cette répartition doit être plus généreuse envers le secteur public à mesure que les entreprises privées bénéficient des retombées technologiques en provenance de ce dernier. Par conséquent, si la performance d'une politique de cluster, se construisant autour d'un pôle de recherche publique, est maximum lorsque ses différents membres se positionnent à proximité les uns des autres, ce rapprochement ne doit pas s'accompagner d'une politique d'innovation dont l'évolution serait plus généreuse envers le secteur privé de la recherche, comme c'est le cas en France actuellement. En effet, le fait que les entreprises profitent tout à la fois d'importantes retombées en provenance du secteur public et de subventions publiques généreuses, augmente le risque de voir apparaître un effet d'aubaine pour les entreprises. Dès lors, plus les entreprises privées de la R&D profitent des retombées économiques en provenance du secteur public, moins il devient socialement optimal de les soutenir financièrement.

Conclusion générale

Ce manuscrit présente les résultats des travaux de recherche réalisés dans le cadre d'un parcours doctoral en Sciences Économiques. Deux problématiques concernant l'efficacité de la politique de soutien à l'innovation ont successivement été traitées.

Tout d'abord, après un tour d'horizon exhaustif de la revue de la littérature en vigueur, nous avons pu constater la justification de l'intervention de l'Etat en raison du déficit d'incitations privées à investir en R&D. Qui plus est, au travers d'une présentation de la politique d'innovation appliquée en France et notamment de sa politique des *pôles de compétitivité*, nous avons pu mettre en avant le scepticisme s'agissant de l'efficacité des divers dispositifs inhérents à la politique de soutien à l'innovation développés dans le chapitre premier. En effet, comment ne pas s'interroger sur l'efficacité d'une politique si coûteuse pour les finances publiques dont les résultats nationaux semblent se faire attendre, comme le prouve le retard de la France dans les divers classements mondiaux des pays les plus innovants (Cf Introduction Générale).

Dès lors, en raison de ce scepticisme et de l'absence de consensus de la part des divers travaux empiriques, nous nous proposons dans un second temps d'étudier l'efficacité relative de chacun des dispositifs à disposition des décideurs publics, au travers d'une modélisation théorique innovante. Dans la seconde partie de ce travail de thèse, nous avons ainsi proposé une modélisation théorique aboutissant à de nombreuses contributions novatrices.

A partir de ses résultats théoriques, notre travail de thèse propose effectivement de nombreuses contributions à la littérature économique en vigueur à même d'éclairer l'action des décideurs publics. Sans y revenir plus en détail, rappelons que nos travaux nous permettent entre autres de réfuter tout *effet d'éviction* ou *effet d'aubaine* de l'intervention publique sur les dépenses privées de R&D, que ce soit concernant l'investissement public de recherche ou encore s'agissant des subventions publiques accordées aux entreprises de la R&D. Mais encore, nous proposons plusieurs préconisations claires s'agissant de l'application d'une politique d'innovation, notamment

concernant la répartition optimale des financements publics dédiés entre le secteur public de la recherche d'un côté et les entreprises privées de la R&D de l'autre. Enfin, ce travail de thèse se proposait également d'étudier l'efficacité de la politique d'innovation au regard des choix stratégiques d'organisation de la recherche des entreprises. A ce sujet, nos travaux théoriques nous permettent de conclure clairement quant à la sélection par les décideurs publics des projets à subventionner, projets collaboratifs ou non.

Ces premiers travaux de recherche offrent plusieurs perspectives intéressantes pour l'avenir.

Tout d'abord, bien que nous ayons effectivement considéré la possibilité d'un financement de la politique de subvention de la R&D privée par une taxation (chapitre trois), nous n'en avons pas tenu compte une fois l'acteur public introduit. Au travers de ce troisième chapitre, nous avons pour rappel envisagé la possibilité d'une taxation sur les profits (Hinloopen, 2000a) ou sur les quantités. Notre avons ainsi pu conclure à l'inéquité d'une telle taxation reposant uniquement sur une catégorie d'agents économiques (producteurs ou consommateurs) qui venait mécaniquement réduire l'un ou l'autre des surplus. Concernant le financement des investissements publics de recherche (politiques *SPU* et *SPM*), bien que nous considérons un *coût social* négatif pour la société, en l'intégrant dans l'équation de bien-être, force est de constater que n'avons pour l'instant pas pris en compte un quelconque financement via le prélèvement d'une taxe. Une possibilité envisageable serait alors de poursuivre la modélisation théorique, proposée dans ce travail de thèse, en y intégrant une *taxation forfaitaire*, de type *lump sum tax* (Wilson, 1991). Une telle taxe devrait ainsi permettre d'annuler l'effet négatif de ce coût social des politiques publiques sur le bien-être, tout en permettant le financement de l'acteur public de la recherche sans le faire reposer uniquement sur une catégorie précise d'agents économiques.

Mais également, puisque nous retenons dans ce travail théorique l'hypothèse d'une concurrence à la Cournot, nous envisageons d'étendre notre modélisation en tenant compte d'une concurrence à la Bertrand. Bien que les travaux de Hinloopen (2000b) déterminent que la nature de cette concurrence sur le marché de la production ne change en rien les principaux résultats d'une politique de subvention de la recherche privée (politique *SPR*), les conclusions s'agissant de la présence d'un acteur public de la recherche (politiques *SPU* et *SPM*) doivent encore être vérifiées au regard de l'hypothèse d'une concurrence en prix.

De plus, [Capuano and Grassi \(2019\)](#) et [Cabon-Dhersin and Gibert \(2018\)](#) considèrent l'endogénéisation des choix de coopération concernant les investissements en R&D des firmes. Cette hypothèse ; déjà en partie considérée dans notre modélisation théorique au travers des préférences des firmes concernant les stratégies coopératives en R&D ; aurait l'avantage de simplifier les comparaisons entre les diverses politiques en limitant l'analyse au seul scénario choisi par les firmes.

Enfin, nous réduisons notre analyse à l'hypothèse de degré d'externalités exogènes, ne tenant pas entièrement compte des capacités d'absorption des entreprises. Une approche possible serait ainsi d'envisager l'endogénéisation de nos paramètres d'externalités de recherches publiques (α) et inter-firmes (β) en suivant les démarches développées par [Kamien and Zang \(2000\)](#) et [Grunfeld \(2003, 2006\)](#). De même, nous ne considérons pas de coûts de congestion à mesure que les firmes souhaitent se rapprocher du secteur public de la recherche et ainsi profiter des externalités de connaissances que ce dernier génère. Nous considérons de fait dans notre modélisation que les entreprises privées profitent gratuitement de cette recherche publique. Cette hypothèse n'est en rien aberrante puisque dans notre conceptualisation du secteur public de la recherche, ce dernier intervenant en soutien direct du secteur privé, nous pouvons naturellement estimer que la recherche publique se doit d'être diffusée le plus largement possible à toutes les entreprises du marché et donc au coût le plus faible possible. Cependant, afin de vérifier notre conclusion selon laquelle les entreprises sont intéressées par un rapprochement avec le secteur public, nous devons par la suite tenir compte des coûts liés à ce rapprochement (coûts liés au foncier, pression sur les ressources de recherche etc.).

Références bibliographiques

- Abramovsky, L., Kremp, E., López, A., Schmidt, T., and Simpson, H. (2009). Understanding co-operative innovative activity : Evidence from four European countries. *Economics of Innovation and New Technology*, 18(3) :243–265.
- Abramovsky, L. and Simpson, H. (2011). Geographic proximity and firm-university innovation linkages : evidence from Great Britain. *Journal of Economic Geography*, 11 :949–977.
- Acemoglu, D. and Akgigit, U. (2012). Intellectual property rights policy, competition and innovation. *Journal of the European Economic Association*, 10(1) :1–42.
- Adams, J. D., Chiang, E. P., and Starkey, K. (2001). Industry-university cooperative research centers. *The Journal of Technology Transfer*, 26(1-2) :73–86.
- Aghion, P. and Howitt, P. (2000). *Théorie de la croissance endogène*. Dunod.
- Aghion, P. and Howitt, P. (2017). Some thoughts on capital accumulation, innovation, and growth. *Annals of Economics and Statistics/Annales d'Économie et de Statistique*, (125/126) :57–78.
- Aghion, P. and Howitt, P. W. (2008). *The economics of growth*. MIT press.
- Akerlof, G., Spence, M., and Stiglitz, J. (2001). L'asymétrie d'information au coeur de la nouvelle microéconomie. *Problèmes économiques*, pages 19–24.
- Alecke, B., Mitze, T., Reinkowski, J., and Untiedt, G. (2012). Does firm size make a difference ? analysing the effectiveness of R&D subsidies in East Germany. *German Economic Review*, 13(2) :174–195.
- Allison, J. R., Lemley, M. A., and Walker, J. H. (2009). Extreme value or trolls on top ? the characteristics of the most litigated patents.
- Amable, B. (2006). Innovation et compétitivité en Europe. *Reflets et perspectives de la vie économique*, 45(1) :15–30.

- Amir, R. (2000). Modelling imperfectly appropriable R&D via spillovers. *International Journal of Industrial Organization*, 18(7) :1013–1032.
- Amir, R., Encaoua, D., and Lefouili, Y. (2014). Optimal licensing of uncertain patents in the shadow of litigation. *Games and Economic Behavior*, 88 :320–338.
- Amir, R., Evstigneev, I., and Wooders, J. (2003). Noncooperative versus cooperative R&D with endogenous spillover rates. *Games and Economic Behavior*, 42(2) :183–207.
- Amir, R., Jin, J. Y., and Troege, M. (2008). On additive spillovers and returns to scale in R&D. *International Journal of Industrial Organization*, 26(3) :695–703.
- Amir, R., Nannerup, N., Stepanova, A., and Eguiazarova, E. (2002). Monopoly versus R&D-integrated Duopoly. *The Manchester School*, 70(1) :88–100.
- Amir, R. and Wooders, J. (1998). Cooperation vs. competition in r&d : the role of stability of equilibrium. *Journal of Economics*, 67(1) :63–73.
- Amir, R. and Wooders, J. (2000). One-way spillovers, endogenous innovator/imitator roles, and research joint ventures. *Games and Economic Behavior*, 31(1) :1–25.
- Archibugi, D. and Filippetti, A. (2015). Knowledge as global public good. *The Handbook of Global Science, Technology and Innovation*. Wiley, Oxford, pages 479–503.
- Archibugi, D. and Filippetti, A. (2018). The retreat of public research and its adverse consequences on innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, 127 :97–111.
- Aristei, D., Sterlacchini, A., and Venturini, F. (2017). Effectiveness of R&D subsidies during the crisis : firm-level evidence across EU countries. *Economics of Innovation and new Technology*, 26(6) :554–573.
- Aristei, D., Vecchi, M., and Venturini, F. (2016). University and inter-firm R&D collaborations : propensity and intensity of cooperation in Europe. *The Journal of Technology Transfer*, 41(4) :841–871.
- Arrow, K. (1962). Economic welfare and the allocation of resources for invention. pages 609–626.
- Arundel, A. (2001). The relative effectiveness of patents and secrecy for appropriation. *Research policy*, 30(4) :611–624.

- Aschhoff, B. (2009). The effect of subsidies on R&D investment and success-Do subsidy history and size matter ?
- Atallah, G. (2014). Conditional R&D subsidies. *Economics of Innovation and New Technology*, 23(2) :179–214.
- Audretsch, D. B., Bozeman, B., Combs, K. L., Feldman, M., Link, A. N., Siegel, D. S., Stephan, P., Tassej, G., and Wessner, C. (2002). The economics of science and technology. *The Journal of Technology Transfer*, 27(2) :155–203.
- Audretsch, D. B. and Feldman, M. P. (1996). R&D spillovers and the geography of innovation and production. *The American Economic Review*, 86(3) :630–640.
- Audretsch, D. B. and Feldman, M. P. (2004). Knowledge spillovers and the geography of innovation. *Handbook of regional and urban economics*, 4 :2713–2739.
- Autant-Bernard, C. (2001). Science and knowledge flows : evidence from the French case. *Research policy*, 30(7) :1069–1078.
- Autant-Bernard, C. (2015). Que savons-nous de l’impact économique des parcs scientifiques ? une revue de la littérature.
- Autant-Bernard, C., Fadairo, M., and Massard, N. (2013). Knowledge diffusion and innovation policies within the european regions : Challenges based on recent empirical evidence. *Research Policy*, 42(1) :196–210.
- Autant-Bernard, C. and LeSage, J. P. (2011). Quantifying knowledge spillovers using spatial econometric models. *Journal of Regional Science*, 51(3) :471–496.
- Ayerbe, C. and Mitkova, L. (2005). Quelle organisation pour la valorisation des brevets d’invention ? *Revue française de gestion*, (2) :191–206.
- Azoulay, P., Graff Zivin, J. S., Li, D., and Sampat, B. N. (2018). Public R&D investments and private-sector patenting : evidence from NIH funding rules. *The Review of Economic Studies*, 86(1) :117–152.
- Baslé, M. and Le Boulch, J.-L. (1999). L’impact économique de l’enseignement supérieur et de la recherche publique sur l’agglomération de Rennes. *Revue d’économie régionale et urbaine*, pages 115–134.
- Beath, J., Owen, R. F., Poyago-Theotoky, J., and Ulph, D. (2003). Optimal incentives for income-generation in universities : the rule of thumb for the Compton tax. *International Journal of Industrial Organization*, 21(9) :1301–1322.

- Becattini, G. (1991). The industrial district as a creative milieu. *Industrial change and regional development*, pages 102–116.
- Beck, M., Lopes-Bento, C., and Schenker-Wicki, A. (2016). Radical or incremental : Where does R&D policy hit ? *Research Policy*, 45(4) :869–883.
- Becker, B. (2015). Public R&D policies and private R&D investment : A survey of the empirical evidence. *Journal of Economic Surveys*, 29(5) :917–942.
- Becker, B. and Pain, N. (2008). What determines industrial R&D expenditure in the UK ? *The Manchester School*, 76(1) :66–87.
- Becker, E., Burger, B., and Hülsmann, T. (2014). Regional innovation and co-operation among industries, universities, R&D institutes, and governments. In *Technopolis*, pages 23–42. Springer.
- Beffa, J.-L. (2004). Recherche publique, recherche privée. *Revue française d'administration publique*, (4) :697–703.
- Belleflamme, P., Picard, P., and Thisse, J.-F. (2000). An economic theory of regional clusters. *Journal of Urban Economics*, 48(1) :158–184.
- Bellégo, C. and Dortet-Bernadet, V. (2014). L'impact de la participation aux pôles de compétitivité sur les PME et les ETI. *Economie et statistique*, 471(1) :65–83.
- Ben Hassine, H. and Mathieu, C. (2017). Évaluation de la politique des pôles de compétitivité : la fin d'une malédiction. *Document de travail*, 3.
- Bernatchez, J. (2010). La valorisation commerciale de la recherche universitaire. principes, modalités et enjeux d'éthique publique. *Éthique publique. Revue internationale d'éthique sociétale et gouvernementale*, 12(1) :55–78.
- Blanes, J. V. and Busom, I. (2004). Who participates in R&D subsidy programs ? : The case of Spanish manufacturing firms. *Research policy*, 33(10) :1459–1476.
- Bloom, N., Schankerman, M., and Van Reenen, J. (2013). Identifying technology spillovers and product market rivalry. *Econometrica*, 81(4) :1347–1393.
- Bocquet, R. and Mothe, C. (2009). Le rôle des institutions publiques dans la gouvernance des pôles de compétitivité de PME. *Canadian Journal of Regional Science*, 32(3).
- Bonnard, C., Giret, J.-F., and Lemistre, P. (2015). Création des pôles de compétitivité et salaires des ingénieurs.â^a. *Revue d'économie industrielle*, (3) :11–36.

- Boufaden, N. and Plunket, A. (2007). Proximity and innovation : Do biotechnology firms located in the Paris Region benefit from localized technological externalities? *Annales d'Economie et de Statistique*, 87-88 :197–220.
- Brédif, H. (2009). Quel projet d'intérêt national pour le plateau de Saclay? *L'Espace géographique*, 38(3) :251–266.
- Brod, A. and Shivakumar, R. (1997). R&D cooperation and the joint exploitation of R&D. *Canadian Journal of Economics*, pages 673–684.
- Broekel, T., Schimke, A., and Brenner, T. (2011). The effects of cooperative R&D subsidies and subsidized cooperation on employment growth. Technical report, Working Papers on Innovation and Space.
- Brusco, S. (1982). The Emilian model : productive decentralisation and social integration. *Cambridge journal of economics*, 6(2) :167–184.
- Busom, I. (2000). An empirical evaluation of the effects of R&D subsidies. *Economics of innovation and new technology*, 9(2) :111–148.
- Butler, E. (2012). Public choice a primer. *Institute of economic Affairs Occasional Paper*.
- Cabon-Dhersin, M.-L. (2007). Le laboratoire commun de recherche : quelles implications pour une politique de la concurrence? *Recherches économiques de Louvain*, 73(1) :77–93.
- Cabon-Dhersin, M.-L. (2008). R&D cooperation and collusion : the case of joint labs. *The Manchester School*, 76(4) :424–435.
- Cabon-Dhersin, M.-L. and Gibert, R. (2018). Cooperation or non-cooperation in R&D : how should research be funded? *Economics of Innovation and New Technology*.
- Cabon-Dhersin, M.-L. and Taugourdeau, E. (2018). Location and research activities organization : Could public-private cooperation be harmful? *Papers in Regional Science*, 97(4) :883–907.
- Calamel, L., Defelix, C., and Pichault, F. (2016). Les pôles de compétitivité, des formes organisationnelles aptes à innover en gestion des ressources humaines? *Management international*, 20(4) :146–157.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Candell, A. B. and Jaffe, A. B. (1999). The regional economic impact of public research funding : a case study of Massachusetts. *Industrializing knowledge : University-industry linkages in Japan and the United States*, pages 510–530.
- Capuano, C. and Grassi, I. (2019). Spillovers, product innovation and R&D cooperation : a theoretical model. *Economics of Innovation and New Technology*, 28(2) :197–216.
- Carraro, C. and Siniscalco, D. (2003). Science versus profit in research. *Journal of the European Economic Association*, 1(2-3) :576–590.
- Casanova, S., Messeghem, K., and Sammut, S. (2017). Les pôles de compétitivité, un réseau particulier à l’usage des PME. *Entreprendre Innover*, (4) :19–28.
- Cassiman, B. and Veugelers, R. (2002). R&D cooperation and spillovers : some empirical evidence from Belgium. *American Economic Review*, 92(4) :1169–1184.
- Catozzella, A. and Vivarelli, M. (2016). The possible adverse impact of innovation subsidies : some evidence from Italy. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 12(2) :351–368.
- Cerulli, G., Gabriele, R., and Potì, B. (2016). The role of firm R&D effort and collaboration as mediating drivers of innovation policy effectiveness. *Industry and Innovation*, 23(5) :426–447.
- Chaudey, M. and Dessertine, M. (2018). Impact sur l’emploi de la participation aux projets de R&D des pôles de compétitivité. *Revue d’économie industrielle*, (2) :73–98.
- Cherif, M. (1999). Asymétrie d’information et financement des PME innovantes par le capital-risque. *Revue d’économie financière*, (54) :163–178.
- Coase, R. (1960). The problem of social cost. *JL & Econ.*, 3 :1.
- Cohen, S., Florida, R., and Coe, W. (1994). University-industry partnerships in the US. *Pittsburgh : Carnegie-Mellon University*.
- Cohen, W. M. and Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity : a new perspective on learning and innovation. *Administrative science quarterly*, pages 128–152.
- Colombo, S. and Filippini, L. (2016). Revenue royalties. *Journal of Economics*, 118(1) :47–76.

- Combs, K. L. (1992). Cost sharing vs. multiple research projects in cooperative R&D. *Economics Letters*, 39(3) :353–357.
- Corbel, P., Chomienne, H., and Serfati, C. (2011). L'appropriation du savoir entre laboratoires publics et entreprises. *Revue française de gestion*, (1) :149–163.
- Courlet, C. (2001). Les systèmes productifs localisés. *Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement*, pages 27–40.
- Crampes, C. and Moreaux, M. (1995). *Les caractéristiques des brevets*.
- Czarnitzki, D., Ebersberger, B., and Fier, A. (2007). The relationship between R&D collaboration, subsidies and R&D performance : empirical evidence from Finland and Germany. *Journal of applied econometrics*, 22(7) :1347–1366.
- Czarnitzki, D. and Hussinger, K. (2018). Input and output additionality of R&D subsidies. *Applied Economics*, 50(12) :1324–1341.
- Czarnitzki, D. and Lopes-Bento, C. (2014). Innovation subsidies : Does the funding source matter for innovation intensity and performance ? empirical evidence from Germany. *Industry and Innovation*, 21(5) :380–409.
- Darmon, D. and Jacquet, N. (2005). Les Pôles de compétitivité : le modèle français. *La Documentation française*.
- Dasgupta, P. and Stiglitz, J. (1980). Uncertainty, industrial structure, and the speed of R&D. *The Bell Journal of Economics*, pages 1–28.
- d'Aspremont, C. and Jacquemin, A. (1988). Cooperative and noncooperative R&D in duopoly with spillovers. *The American Economic Review*, 78(5) :1133–1137.
- Daumas, J.-C. (2007). Districts industriels : du concept à l'histoire. *Revue économique*, 58(1) :131–152.
- David, P. A., Hall, B. H., and Toole, A. A. (2000). Is public R&D a complement or substitute for private R&D? a review of the econometric evidence. *Research policy*, 29(4-5) :497–529.
- De Bondt, R. (1997). Spillovers and innovative activities. *International Journal of Industrial Organization*, 15(1) :1–28.
- de Heide, M. and Kothiyal, A. (2011). How to select instruments supporting R&D and Innovation by industry.

- Dellemotte, J. (2009). Adam smith's « invisible hand » : Refuting the conventional wisdom. *L'Économie politique*, (4) :28–41.
- Dimos, C. and Pugh, G. (2016). The effectiveness of R&D subsidies : A meta-regression analysis of the evaluation literature. *Research Policy*, 45(4) :797–815.
- Dixit, A. (1979). A model of duopoly suggesting a theory of entry barriers. *The Bell Journal of Economics*, pages 20–32.
- Dorfman, N. S. (1983). Route 128 : The development of a regional high technology economy. *Research Policy*, 12(6) :299–316.
- Drucker, P. (2014). *Innovation and entrepreneurship*. Routledge.
- Encaoua, D., Foray, D., Hatchuel, A., and Mairesse, J. (2004). Les enjeux économiques de l'innovation. *Revue d'économie politique*, 114(2) :133–168.
- Fang, L. H., Lerner, J., and Wu, C. (2017). Intellectual property rights protection, ownership, and innovation : Evidence from China. *The Review of Financial Studies*, 30(7) :2446–2477.
- Feldman, M. P. and Kelley, M. R. (2006). The ex ante assessment of knowledge spillovers : Government R&D policy, economic incentives and private firm behavior. *Research Policy*, 35(10) :1509–1521.
- Feldman, M. P., Lanahan, L., and Lendel, I. V. (2014). Experiments in the laboratories of democracy : State scientific capacity building. *Economic Development Quarterly*, 28(2) :107–131.
- Filippetti, A. and Savona, M. (2017). University-industry linkages and academic engagements : individual behaviours and firms' barriers. introduction to the special section. *The Journal of Technology Transfer*, 42(4) :719–729.
- Foray, D. (2010). *L'économie de la connaissance*. La découverte.
- Fornahl, D., Broekel, T., and Boschma, R. (2011). What drives patent performance of german biotech firms? the impact of R&D subsidies, knowledge networks and their location. *Papers in Regional Science*, 90(2) :395–418.
- Fourati, H. (2017). Information problems, crowdfunding and debt decision for business start-ups. *Journal of Small Business & Entrepreneurship*, 29(1) :77–90.

- Franco, C. and Gussoni, M. (2014). The role of firm and national level factors in fostering R&D cooperation : a cross country comparison. *The Journal of Technology Transfer*, 39(6) :945–976.
- Frascati, M. (2002). Proposed standard practice for surveys on research and experimental development. *Paris : OCDE*.
- Fujita, M. (1988). A monopolistic competition model of spatial agglomeration : Differentiated product approach. *Regional science and urban economics*, 18(1) :87–124.
- Gaffard, J. (2006). Vers une nouvelle politique industrielle. *Problèmes économiques*, 2893 :31.
- Gaillard, M. (2013). De la stratégie de Lisbonne à la stratégie Europe 2020. *Vie publique*, 15.
- Gallié, E.-P., Glaser, A., Lefebvre, P., and Pallez, F. (2012). Evaluation moderne, évaluation modeste ? le cas des pôles de compétitivité français. *Politiques et management public*, 29(4) :573–590.
- Garcia, A. and Mohnen, P. (2010). Impact of government support on R&D and innovation. *UNU MERIT Working Paper*.
- Geroski, P. A. (1993). Antitrust policy towards co-operative R&D ventures. *Oxford Review of Economic Policy*, 9(2) :58–71.
- Gil-Moltó, M. J., Poyago-Theotoky, J., Neto, J. R., and Zikos, V. (2018). Mixed oligopoly, privatization and R&D subsidization. *Privatization and R&D Subsidization*.
- Gil-Molto, M. J., Poyago-Theotoky, J., and Zikos, V. (2011). R&D subsidies, spillovers and privatization in mixed markets. *Southern Economic Journal*, 78(1) :233–255.
- Gilbert, R. J. and Newbery, D. M. (1982). Preemptive patenting and the persistence of monopoly. *The American Economic Review*, pages 514–526.
- Goldstein, H. A., Maier, G., and Luger, M. (1995). The university as an instrument for economic and business development : US and European comparisons. *Emerging patterns of social demand and university reform : Through a glass darkly*, pages 105–133.

- González, X. and Pazó, C. (2008). Do public subsidies stimulate private R&D spending? *Research Policy*, 37(3) :371–389.
- Görg, H. and Strobl, E. (2007). The effect of R&D subsidies on private R&D. *Economica*, 74(294) :215–234.
- Goyal, S. and Moraga-Gonzalez, J. L. (2001). R&D networks. *Rand Journal of Economics*, pages 686–707.
- Granstrand, O. (1999). Internationalization of corporate R&D : a study of Japanese and Swedish corporations1. *Research Policy*, 28(2-3) :275–302.
- Granstrand, O. (2000). The shift towards intellectual capitalism : the role of infocom technologies. *Research Policy*, 29(9) :1061–1080.
- Griliches, Z. (1979). Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth. *The bell journal of economics*, pages 92–116.
- Griliches, Z. and Lichtenberg, F. (1984). Interindustry technology flows and productivity growth : A reexamination. *The review of economics and statistics*, pages 324–329.
- Grunfeld, L. A. (2003). Meet me halfway but don't rush : absorptive capacity and strategic R&D investment revisited. *International Journal of Industrial Organization*, 21(8) :1091–1109.
- Grunfeld, L. A. (2006). Multinational production, absorptive capacity, and endogenous R&D spillovers. *Review of International Economics*, 14(5) :922–940.
- Guellec, D. and Van Pottelsberghe De La Potterie, B. (2003). The impact of public R&D expenditure on business R&D. *Economics of innovation and new technology*, 12(3) :225–243.
- Guesnerie, R. and Tirole, J. (1985). L'économie de la recherche-développement : introduction à certains travaux théoriques. *Revue économique*, pages 843–871.
- Gussoni, M. and Mangani, A. (2010). R&D cooperation, appropriability and public funding : an empirical investigation. *Working Paper*.
- Hagedoorn, J., Link, A. N., and Vonortas, N. S. (2000). Research partnerships. *Research Policy*, 29(4) :567–586.
- Hall, B. and Van Reenen, J. (2000). How effective are fiscal incentives for R&D ? A review of the evidence. *Research Policy*, 29(4-5) :449–469.

- Hall, B. H. and Lerner, J. (2010). The financing of R&D and innovation. In *Handbook of the Economics of Innovation*, volume 1, pages 609–639. Elsevier.
- Hall, B. H., Link, A. N., and Scott, J. T. (2003). Universities as research partners. *Review of Economics and Statistics*, 85(2) :485–491.
- Heggedal, T.-R. (2015). Knowledge spillovers and R&D subsidies to new, emerging technologies. *Economics of Innovation and New Technology*, 24(7) :710–733.
- Heijs, J. and Herrera, L. (2004). *The distribution of R&D subsidies and its effect on the final outcome of innovation policy*. Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense.
- Hewitt-Dundas, N. and Roper, S. (2010). Output additionality of public support for innovation : evidence for Irish manufacturing plants. *European Planning Studies*, 18(1) :107–122.
- Hinloopen, J. (1997). Subsidizing cooperative and noncooperative R&D in duopoly with spillovers. *Journal of Economics*, 66(2) :151–175.
- Hinloopen, J. (2000a). More on subsidizing cooperative and noncooperative R&D in duopoly with spillovers. *Journal of Economics*, 72(3) :295–308.
- Hinloopen, J. (2000b). Subsidizing cooperative and noncooperative R&D : an equivalence result ? *Economics of innovation and New Technology*, 9(4) :317–329.
- Hinloopen, J. (2001). Subsidizing R&D Cooperatives. *De Economist*, 149(3) :313–345.
- Hinloopen, J. (2015). Stability, strategic substitutes, strategic complements. *Journal of Economics*, 116(2) :129–135.
- Holgerson, M. (2013). Patent management in entrepreneurial SMEs : a literature review and an empirical study of innovation appropriation, patent propensity, and motives. *R&D Management*, 43(1) :21–36.
- Hottenrott, H., Lopes-Bento, C., and Veugelers, R. (2017). Direct and cross scheme effects in a research and development subsidy program. *Research Policy*, 46(6) :1118–1132.
- Howell, S. T. (2017). Financing innovation : evidence from R&D grants. *American Economic Review*, 107(4) :1136–64.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Hud, M. and Hussinger, K. (2015). The impact of R&D subsidies during the crisis. *Research policy*, 44(10) :1844–1855.
- Huergo, E., Trenado, M., and Ubierna, A. (2016). The impact of public support on firm propensity to engage in R&D : Spanish experience. *Technological Forecasting and Social Change*, 113 :206–219.
- Inci, E. (2006). A model of R&D tax incentives. *Working Paper*.
- Inci, E. (2009). R&D tax incentives : a reappraisal. *International Tax and Public Finance*, 16(6) :797–821.
- Iritié, J.-J. B. (2012). Effets des pôles de compétitivité dans les industries de haute technologie : une analyse d'économie industrielle de l'innovation. *Working Paper*.
- Jaffe, A. B. (1989). Real effects of academic research. *The American Economic Review*, 79(5) :957–970.
- Jaffe, A. B., Trajtenberg, M., and Henderson, R. (1993). Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations. *the Quarterly journal of Economics*, 108(3) :577–598.
- Jorda, K. F. (2008). Patent and trade secret complementariness : An unsuspected synergy. *Washburn LJ*, 48 :1.
- Kamien, M. I., Muller, E., and Zang, I. (1992). Research joint ventures and R&D cartels. *The American Economic Review*, 82(5) :1293–1306.
- Kamien, M. I. and Zang, I. (2000). Meet me halfway : research joint ventures and absorptive capacity. *International journal of industrial organization*, 18(7) :995–1012.
- Karlsson, C. and Andersson, M. (2009). The location of industry R&D and the location of university R&D : How are they related ? In *New Directions in Regional Economic Development*, pages 267–290. Springer.
- Katz, M. L. (1986). An analysis of cooperative research and development. *The RAND Journal of Economics*, pages 527–543.
- Kesavayuth, D. and Zikos, V. (2013). R&D versus output subsidies in mixed markets. *Economics Letters*, 118(2) :293–296.
- Ketels, C. (2004). European clusters. *Structural change in Europe*, 3 :1–5.

- Kettani, G. and Villemeur, A. (2012). Le capital-risque : un financement efficace de l'innovation sur le long terme. *Revue d'économie financière*, (4) :91–104.
- Kleer, R. (2010). Government R&D subsidies as a signal for private investors. *Research Policy*, 39(10) :1361–1374.
- Kortum, S. and Lerner, J. (1999). What is behind the recent surge in patenting? *Research policy*, 28(1) :1–22.
- Krugman, P. (1991). Increasing returns and economic geography. *Journal of political economy*, 99(3) :483–499.
- Lachmann, J. (2010). Le développement des pôles de compétitivité : quelle implication des universités? *Innovations*, (3) :105–135.
- Lahmandi-Ayed, R. and Malouche, D. (2018). More investment in Research and Development for better Education in the future? *arXiv preprint arXiv :1807.08458*.
- Landau, R. and Rosenberg, N. (1986). *The positive sum strategy : Harnessing technology for economic growth*. National Academies Press.
- Laperche, B. (2004). Chapitre 3. la propriété industrielle : moteur ou frein à l'innovation? In *L'innovation et l'économie contemporaine*, pages 63–84. De Boeck Supérieur.
- Leahy, D. and Neary, J. P. (1997). Public policy towards R&D in oligopolistic industries. *The American Economic Review*, pages 642–662.
- Lee, S.-H., Muminov, T. K., and Tomaru, Y. (2017). Partial privatization and subsidization in a mixed duopoly : R&D versus output subsidies. *Hitotsubashi Journal of Economics*, pages 163–177.
- Lee, T. and Wilde, L. L. (1980). Market structure and innovation : A reformulation. *The Quarterly Journal of Economics*, 94(2) :429–436.
- Leiponen, A. and Byma, J. (2009). If you cannot block, you better run : Small firms, cooperative innovation, and appropriation strategies. *Research Policy*, 38(9) :1478–1488.
- Lemley, M. A. and Shapiro, C. (2005). Probabilistic Patents. *Journal of Economic Perspectives*, 19(2) :75–98.
- Leslie, S. W. and Kargon, R. H. (1996). Selling Silicon Valley : Frederick Terman's model for regional advantage. *Business History Review*, 70(4) :435–472.

- Levratto, N. and Tessier, L. (2016). Business angels et performance des entreprises : une analyse empirique sur données françaises. *Innovations*, (1) :141–176.
- Leyden, D. P., Link, A. N., and Siegel, D. S. (2008). A theoretical and empirical analysis of the decision to locate on a university research park. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 55(1) :23–28.
- Lhuillery, S., Marino, M., and Parrotta, P. (2013). Evaluation de l’impact des aides directes et indirectes à la R&D en France. *Report for the Ministry of Research, France*.
- Lopez, A. (2008). Determinants of R&D cooperation : Evidence from Spanish manufacturing firms. *International Journal of Industrial Organization*, 26(1) :113–136.
- Lucas, R. E. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of monetary economics*, 22(1) :3–42.
- Lucas, R. E. (1998). On the mechanics of economic development. *Econometric Society Monographs*, 29 :61–70.
- Mailhot, C., Pelletier, P., and Schaeffer, V. (2007). La valorisation de la recherche : une nouvelle mission pour l’université? *Canadian Journal of Higher Education*, 37(1).
- Maitlis, S. and Lawrence, T. B. (2003). Orchestral manoeuvres in the dark : Understanding failure in organizational strategizing. *Journal of Management Studies*, 40(1) :109–139.
- Manzini, R. and Lazzarotti, V. (2016). Intellectual property protection mechanisms in collaborative new product development. *R&D Management*, 46(S2) :579–595.
- Marino, M., Parrotta, P., Lhuillery, S., and Sala, D. (2016). Additionality or crowding-out? an overall evaluation of public R&D subsidy on private R&D expenditure. Technical report.
- Marinucci, M. (2012). A primer on R&D cooperation among firms. <https://ssrn.com/abstract=2159243>.
- Marinucci, M. (2014). Cooperative r&d networks among firms and public research institutions. *Bank of Italy Temi di Discussione (Working Paper) No*, 962.
- Marjit, S. (1991). Incentives for cooperative and non-cooperative R&D in duopoly. *Economics Letters*, 37(2) :187–191.

- Marshall, A. (1920). *Principles of economics : an introductory volume*. Royal Economic Society (Great Britain).
- Martin, B. R. (2016). R&D policy instruments-a critical review of what we do and don't know. *Industry and Innovation*, 23(2) :157–176.
- Martin, R. and Sunley, P. (2003). Deconstructing clusters : chaotic concept or policy panacea ? *Journal of economic geography*, 3(1) :5–35.
- Mascarenhas, C., Ferreira, J. J., and Marques, C. (2018). University-industry cooperation : A systematic literature review and research agenda. *Science and Public Policy*, 45(5) :708–718.
- Matsumura, T. et al. (2003). Strategic R&D investments with uncertainty. *Economics Bulletin*, 12(1) :1–7.
- Mazzoleni, R. and Nelson, R. R. (1998). The benefits and costs of strong patent protection : a contribution to the current debate. *Research policy*, 27(3) :273–284.
- Mazzucato, M. and Penna, C. C. (2016). Beyond market failures : The market creating and shaping roles of state investment banks. *Journal of Economic Policy Reform*, 19(4) :305–326.
- Mendez, A. (2005). Les effets de la mondialisation sur l'organisation et la compétitivité des districts industriels. *Revue internationale sur le travail et la société*, 3(2) :756–786.
- Milesi, D., Petelski, N., and Verre, V. (2013). Innovation and appropriation mechanisms : Evidence from Argentine microdata. *Technovation*, 33(2-3) :78–87.
- Motta, M. (1992). Cooperative R&D and vertical product differentiation. *International Journal of Industrial Organization*, 10(4) :643–661.
- Mulligan, K., Lenihan, H., and Doran, J. (2019). More subsidies, more innovation ? evaluating whether a mix of subsidies from regional, national and EU sources crowds out firm-level innovation. *Regional Studies, Regional Science*, 6(1) :130–138.
- Nelson, R. R. (1986). Institutions supporting technical advance in industry. *The American Economic Review*, 76(2) :186–189.
- Norman, G. and Pepall, L. (2004). Knowledge spillovers, mergers and public policy in economic clusters. *Review of Industrial Organization*, 25(2) :155–174.

- Olson, M. (1965). *Logic of Collective Action : Public Goods and the Theory of Groups*. Harvard University Press.
- Özçelik, E. and Taymaz, E. (2008). R&D support programs in developing countries : The Turkish experience. *Research Policy*, 37(2) :258–275.
- Pecqueur, B. (2005). Territoires : le phénomène cluster. *Sciences humaines. Hors série*, (50) :44–47.
- Petrin, T. (2018). *A literature review on the impact and effectiveness of government support for R&D and innovation*. ISIGrowth.
- Piga, C. A. and Atzeni, G. (2007). R&D investment, credit rationing and sample selection. *Bulletin of Economic Research*, 59(2) :149–178.
- Porter, M. E. (1990). The competitive advantage of nations. *New York*, page 564.
- Powell, T. C., Lovallo, D., and Caringal, C. (2006). Causal ambiguity, management perception, and firm performance. *Academy of Management Review*, 31(1) :175–196.
- Poyago-Theotoky, J. (1995). Equilibrium and optimal size of a research joint venture in an oligopoly with spillovers. *The Journal of Industrial Economics*, pages 209–226.
- Poyago-Theotoky, J. (2009). University-industry technology transfer options : licensing or research joint venture? *Economics Bulletin*, 29(4) :2582–2591.
- Poyago-Theotoky, J., Beath, J., and Siegel, D. S. (2002). Universities and fundamental research : reflections on the growth of university-industry partnerships. *Oxford Review of Economic Policy*, 18(1) :10–21.
- Radas, S., Anić, I.-D., Tafro, A., and Wagner, V. (2015). The effects of public support schemes on small and medium enterprises. *Technovation*, 38 :15–30.
- Radicić, D., Pugh, G., Hollanders, H., and Wintjes, R. (2014). The impact of innovation support programmes on SME innovation in traditional manufacturing industries : an evaluation for seven EU regions. *UNU-MERIT Working Paper*.
- Retour, D. (2008). Pôles de compétitivité, propos d'étape. *Revue française de gestion*, (10) :93–99.
- Rolfo, S. and Bonomi, A. (2014). Coopération pour l'innovation au niveau local : un exemple italien de succès. *Innovations*, (2) :57–77.

- Romer, P. M. (1986). Increasing returns and long-run growth. *Journal of political economy*, 94(5) :1002–1037.
- Rosa, J. M. and Mohnen, P. (2008). Knowledge transfers between Canadian business enterprises and universities : does distance matter? *Annales d'Économie et de Statistique*, pages 303–323.
- Scandura, A. (2016). University-industry collaboration and firms' R&D effort. *Research Policy*, 45(9) :1907–1922.
- Schumpeter, J. A. (1942). *Socialism, capitalism and democracy*. Harper and Brothers.
- Spencer, B. J. and Brander, J. A. (1983). International R&D rivalry and industrial strategy. *The Review of Economic Studies*, 50(4) :707–722.
- Staber, U. (2001). Spatial proximity and firm survival in a declining industrial district : The case of knitwear firms in Baden-Württemberg. *Regional Studies*, 35(4) :329–341.
- Stiglitz, J. E. (1999). Knowledge as a global public good. *Global public goods : International cooperation in the 21st century*, 308 :308–325.
- Stiglitz, J. E. and Rosengard, J. K. (2015). *Economics of the Public Sector : Fourth International Student Edition*. WW Norton & Company.
- Stiglitz, J. E. and Weiss, A. (1981). Credit rationing in markets with imperfect information. *The American economic review*, 71(3) :393–410.
- Suzumura, K. (1992). Cooperative and noncooperative r&d in an oligopoly with spillovers. *The American Economic Review*, pages 1307–1320.
- Taddei, J.-C. and Noblet, J.-P. (2018). Le pôle de compétitivité, un facilitateur d'apprentissage organisationnel. *Management Avenir*, (1) :35–62.
- Takalo, T., Tanayama, T., and Toivanen, O. (2013). Estimating the benefits of targeted R&D subsidies. *Review of Economics and Statistics*, 95(1) :255–272.
- Tholoniati, A. (2008). *Intelligence économique territoriale et pôles de compétitivité : contribution méthodologique pour l'aide à la décision publique*. PhD thesis, Saint-Etienne.
- Thurow, L. C. (1997). Needed : a new system of intellectual property rights. *Harvard Business Review*, 75 :94–107.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Tirole, J. (2016). *Économie du bien commun*. Presses universitaires de France.
- Tixier, J. and Gonçalves, L. C. (2008). Les pôles de compétitivité à l'heure de l'évaluation : quel modèle de «cluster à la française»? In *Annales des Mines-Réalités industrielles*, number 2, pages 103–110. Eska.
- Treyer, S. (2019). Santé et environnement : des biens publics mondiaux interdépendants, une opportunité pour le secteur agricole et alimentaire. In *Le Déméter*, pages 55–68. IRIS éditions.
- Usher, D. (1964). The welfare economics of invention. *Economica*, 31(123) :279–287.
- Valero, A. and Van Reenen, J. (2019). The economic impact of universities : Evidence from across the globe. *Economics of Education Review*, 68 :53–67.
- Varga, A., Pontikakis, D., and Chorafakis, G. (2012). Metropolitan Edison and cosmopolitan Pasteur? agglomeration and interregional research network effects on European R&D productivity. *Journal of Economic Geography*, 14(2) :229–263.
- Veugelers, R. and Cassiman, B. (2005). R&D cooperation between firms and universities. some empirical evidence from Belgian manufacturing. *International Journal of Industrial Organization*, 23 :355–379.
- Vidal, F. (1990). Le management À l'italienne. *InterEditions*.
- Vonortas, N. S. (1994). Inter-firm cooperation with imperfectly appropriable research. *International Journal of Industrial Organization*, 12(3) :413–435.
- Wagret, J. M. (1964). *Brevets d'invention et propriété industrielle*, volume 1143. Presses universitaires de France.
- Wilson, J. D. (1991). Optimal public good provision with limited lump-sum taxation. *The American Economic Review*, pages 153–166.
- Xing, M. (2018). The impact of spillovers on strategic R&D under uncertainty. *Economic research-Ekonomska istraživanja*, 31(1) :428–439.
- Yu, F. (2013). Government R&D subsidies, political relations and technological SMEs innovation transformation. *iBusiness*, 5(03) :104.
- Zentelin, J.-L. (2015). Mobilisation des proximités et gouvernance du cluster de Paris-Saclay. *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, (5) :883–898.

- Zikos, V. (2010). R&D collaboration networks in mixed oligopoly. *Southern Economic Journal*, 77(1) :189–212.
- Zúñiga-Vicente, J. Á., Alonso-Borrego, C., Forcadell, F. J., and Galán, J. I. (2014). Assessing the effect of public subsidies on firm R&D investment : a survey. *Journal of Economic Surveys*, 28(1) :36–67.

Annexes

I.1.A Preuves de la proposition 3.1 :

A partir du tableau 3.1 on peut procéder aux comparaisons suivantes :

1) Comparaisons entre les scénarios NC et C :

Ces dernières sont obtenues et connues dans les travaux d'AJ.

2) Comparaisons entre les scénarios NC et J :

a) *Pour les efforts de R&D :*

On démontre que

$$X = 9\gamma_{pr} - (2 - \beta)(1 + \beta) < 9\gamma_{pr} - 2 = Z \quad \forall \beta \in]0, 1]$$

Dans ce cas, on peut facilement prouver que

$$x^{NC} = \frac{(2 - \beta)}{X}A > \frac{1}{Z}A = x^J \quad \forall \beta \in]0, 1]$$

b) *Pour le volume total de production :*

Pour les mêmes raisons que précédemment, on peut facilement démontrer que

$$Q^{NC} = \frac{6\gamma_{pr}}{X}A > \frac{6\gamma_{pr}}{Z}A = Q^J \quad \forall \beta \in]0, 1]$$

c) *Pour les profits des entreprises :*

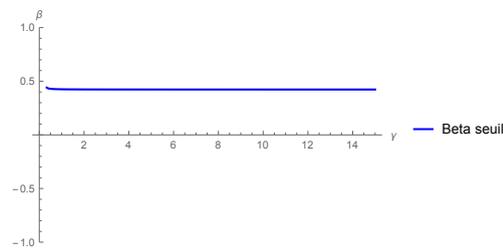
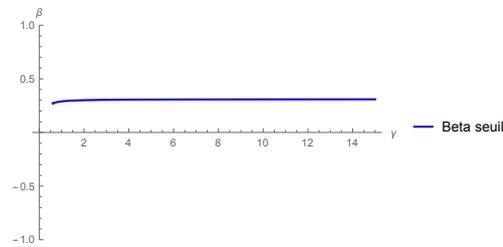
Nous vérifions sous mathematica l'existence d'une racine $0 \leq \bar{\beta}_1 \leq 1$ vérifiant $\pi^{NC} - \pi^J = 0$.

Vu la complexité de cette racine, et dans le but d'en faciliter la lecture, nous en proposons une représentation graphique pour l'ensemble des valeurs prises par le paramètre γ_{pr} (voir fig. A.1).¹⁰¹

Dès lors, pour $\beta \leq (\geq) \bar{\beta}_1$, $\pi^J \geq (\leq) \pi^{NC}$

d) *Concernant les niveaux de bien-être :*

101. La fonction $\bar{\beta}_1$ est disponible sur demande, pour rappel elle prend, comme on peut le lire sur le graphique, la valeur 0.46 pour $\gamma_{pr} = 1$.

Figure A.1 – $\bar{\beta}_1$ Figure A.2 – $\bar{\beta}_2$

Nous vérifions sous mathematica l'existence d'une racine $0 \leq \bar{\beta}_2 \leq 1$ vérifiant $SW^{NC} - SW^J = 0$.

Dès lors, pour $\beta \leq (\geq) \bar{\beta}_2$, $SW^J \geq (\leq) SW^{NC}$

Là encore, dans un but compréhension de cette valeur $\bar{\beta}_2$, disponible sur demande, nous en proposons une représentation graphique en fonction du paramètre γ_{pr} (voir fig. A.2).

3) Comparaisons entre les scénarios C et J :

a) Pour les efforts de R&D :

On peut aisément démontrer que

$$\text{Sign}(x^C - x^J) = \text{Sign}(\beta^2 + 9\gamma_{pr}\beta - 1)$$

Après résolution, il en découle la racine $\bar{\beta}_0 = \frac{\sqrt{81\gamma_{pr}^2 + 4} - 9\gamma_{pr}}{2}$.

b) Concernant les volumes de production :

De la même manière, il est facile de montrer que

$$\text{sign}(Q^C - Q^J) = \text{sign}((1 + \beta)^2 - 2)$$

Dès lors, pour $\beta \leq (\geq) 0.41$, on trouve que $Q^J \geq (\leq) Q^C$

c) *Pour les profits des firmes :*

On peut démontrer que

$$\text{Sign}(\pi^C - \pi^J) = \text{Sign}((1 + \beta)^2 - 2)$$

Ainsi, on obtient que $\pi^J \leq (\geq) \pi^C$ si $\beta \geq (\leq) 0.41$.

d) *Pour les niveaux de bien-être :*

On peut calculer que

$$\text{Sign}(SW^C - SW^J) = \text{Sign}\left((1 + \beta)^2(243\gamma_{pr}^2 - 4) - (1 + \beta)^4(18\gamma_{pr} - 2) - 648\gamma_{pr}^2 + 72\gamma_{pr}\right)$$

Si l'on note $X = (1 + \beta)^2$, il en découle après résolution que

$$\left((243\gamma_{pr}^2 - 4)X - (18\gamma_{pr} - 2)X^2 - 648\gamma_{pr}^2 + 72\gamma_{pr}\right) = 0 \quad \text{pour } \beta = 0.41$$

En conséquence, on en déduit que $\forall \beta \leq (\geq) 0.41 \quad SW^J \geq (\leq) SW^C$.

I.1.B Preuve de la proposition 3.2

A partir du tableau 3.3 on peut procéder aux comparaisons suivantes :

1) Comparaisons des scénarios NC et C :

Concernant les scénarios coopératifs et non coopératifs, la seule différence porte sur les montants des profits d'équilibre puisque après l'application de la politique *SPR* les autres variables s'égalisent.

On peut pour cela facilement démontrer que

$$\text{Sign}(\pi_{spr}^{NC} - \pi_{spr}^C) = \text{Sign}(2\beta - 1)$$

De ce fait, on trouve effectivement que $\pi_{spr}^{NC} \leq (\geq) \pi_{spr}^C$ si $\beta \geq (\leq) 0.5$.

2) Comparaisons entre les scénarios NC et J :

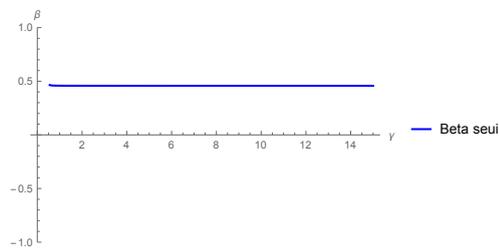


Figure A.3 – $\bar{\beta}_4$

a) *Pour les niveaux de recherche :*

On peut déterminer que

$$\text{Sign}(x_{spr}^{NC,C} - x_{spr}^J) = \text{Sign}(2\beta^2 + 9\gamma_{pr}\beta - 2)$$

Or après résolution, on obtient que la solution de l'équation $2\beta^2 + 9\gamma_{pr}\beta - 2 = 0$ est $\bar{\beta}_3 = \frac{\sqrt{81\gamma_{pr}^2 + 16} - 9\gamma_{pr}}{2}$, avec $0 \leq \bar{\beta}_3 \leq 1$.

En conséquence, $x_{spr}^{NC,C} \leq (\geq) x_{spr}^J$ si $\beta \geq (\leq) \bar{\beta}_3$

b) *Concernant les niveaux de production :*

On peut obtenir que

$$\text{Sign}(Q_{spr}^{NC,C} - Q_{spr}^J) = \text{Sign}((1 + \beta)^2 - 2)$$

Il en découle que $Q_{spr}^J \leq (\geq) Q_{spr}^{NC,C}$ si $\beta \geq (\leq) 0.41$.

c) *Pour les profits :*

Comme précédemment, on peut vérifier sous mathematica une valeur pour laquelle $\pi_{spr}^{NC} - \pi_{spr}^J = 0$, c'est à dire $0 \leq \bar{\beta}_4 \leq 1$. Nous en proposons seulement une représentation graphique pour l'ensemble des valeurs du paramètre γ_{pr} afin d'en faciliter la compréhension (voir fig A.3).

Il en découle que $\pi_{spr}^J \leq (\geq) \pi_{spr}^{NC}$ si $\beta \geq (\leq) \bar{\beta}_4$.

d) *S'agissant des niveaux de bien-être :*

Il est aisé de montrer que

$$\text{Sign}(SW_{spr}^{NC,C} - SW_{spr}^J) = \text{Sign}((1 + \beta)^2 - 2)$$

En conséquence on peut conclure que $SW_{spr}^J \leq (\geq) SW_{spr}^{NC,C}$ si $\beta \geq (\leq) 0.41$.

3) Comparaisons entre les scénarios C et J :

Etant donné que $x_{spr}^C = x_{spr}^{NC}$, $Q_{spr}^C = Q_{spr}^{NC}$ et $SW_{spr}^C = SW_{spr}^{NC}$, les comparaisons entre les scénarios C et J sont identiques à celles entre les scénarios NC et J développées ci-dessus, seule la comparaison concernant le niveau de profit diffère et doit être prouvée.

On peut aisément démontrer que

$$\text{Sign}(\pi_{spr}^C - \pi_{spr}^J) = \text{Sign}((1 + \beta)^2 - 2)$$

C'est à dire que $\pi_{spr}^J \leq (\geq) \pi_{spr}^C$ si et seulement si $\beta \geq (\leq) 0.41$.

I.1.C Preuves des lemmes 1 et 3 :

1) Comparaison des niveaux de subvention :

Le niveau de subvention est identique entre les scénarios J et C . On peut dès lors facilement démontrer que

$$\text{Sign}(s_{spr}^{NC} - s_{spr}^{C,J}) = \text{Sign}((2\beta - 1))$$

On en conclut que $s_{spr}^{C,J} \leq (\geq) s_{spr}^{NC}$ si et seulement si $\beta \geq (\leq) 0.5$

2) Concernant le coût social de la politique SPR dans chaque scénario :

empha) Entre les scénarios NC et C :

On peut également déterminer que

$$\text{Sign}(SC_{spr}^{NC} - SC_{spr}^C) = \text{Sign}((2\beta - 1))$$

bigskip

On en conclut alors que $SC_{spr}^C \leq (\geq) SC_{spr}^{NC}$ si et seulement si $\beta \geq (\leq) 0.5$

b) Entre les scénarios NC et J :

Comme précédemment, on peut vérifier sous mathematica une valeur pour laquelle $SC_{spr}^{NC} - SC_{spr}^J = 0$, soit $0 \leq \bar{\beta}_5 \leq 1$. Nous en proposons seulement une

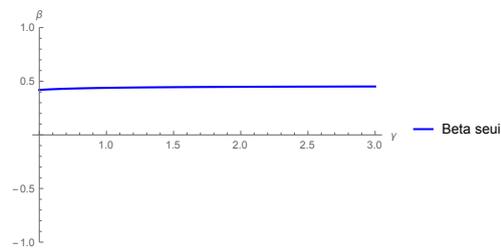


Figure A.4 – $\bar{\beta}_4$

représentation graphique pour l'ensemble des valeurs du paramètre γ_{pr} afin d'en faciliter la compréhension (voir fig A.4).

Il en découle que $\pi_{spr}^J \leq (\geq) \pi_{spr}^{NC}$ si $\beta \geq (\leq) \bar{\beta}_4$.

c) *Entre les scénarios C et J :*

Il est aisé de prouver que

$$\text{Sign}(SC_{spr}^C - SC_{spr}^J) = \text{Sign}((1 + \beta)^2 - 2)$$

Il en résulte que $SC_{spr}^J \leq (\geq) SC_{spr}^C$ si et seulement si $\beta \geq (\leq) 0.41$.

3) Comparaison des mesures d'efficacité de la politique SPR :

Pour le cas restreint où $\gamma_{pr} = 1$, on peut prouver que :

a) *Entre les scénarios NC et C :*

On obtient les racines suivantes sous mathematica, à savoir 0.5 et 0.71, garantissant que $Eff_{spr}^C - Eff_{spr}^{NC} = 0$. On peut alors conclure que $Eff_{spr}^{NC} \leq (\geq) Eff_{spr}^C$ si et seulement si $\beta \in (\notin) [0.5, 0.71]$.

b) *Entre les scénarios C et J :*

On peut calculer la valeur pour laquelle $Eff_{spr}^C - Eff_{spr}^J = 0$, soit $\beta = 0.41$. Il en découle que $Eff_{spr}^J \leq (\geq) Eff_{spr}^C$ si et seulement si $\beta \geq (\leq) 0.41$.

c) *Entre les scénarios NC et J :*

On peut calculer que

$$\text{Sign}(Eff_{spr}^{NC} - Eff_{spr}^C) = \text{Sign}(147\beta(9 - 2(1 + \beta)^2) - 5(1 + \beta)(9 - (2 - \beta)(1 + \beta))^2)$$

Or,

$$\left(147\beta(9 - 2(1 + \beta)^2) - 5(1 + \beta)(9 - (2 - \beta)(1 + \beta))^2\right) < 0 \quad \forall \beta \in]0, 1]$$

. On peut ainsi en conclure que $Eff_{spr}^J > Eff_{spr}^{NC}$ et ce $\forall \beta \in]0, 1]$.

I.1.D Preuves des lemmes 4 et 5

1) Comparaisons des dérivées sur l'effort total :

A partir du tableau 3.3 on peut déterminer les dérivées suivantes :

$$\frac{\partial XT_{spr}^{NC}}{\partial \beta} = \frac{\partial XT_{spr}^C}{\partial \beta} = \frac{36\gamma_{pr} + 8(1 + \beta)^2}{(9\gamma_{pr} - 2(1 + \beta)^2)^2} A > 0$$

$$\frac{\partial XT^{NC}}{\partial \beta} = \frac{18\gamma_{pr} + 2(1 + \beta)^2}{(9\gamma_{pr} - (1 + \beta)^2)^2} A > 0$$

On peut alors facilement démontrer que $\frac{\partial XT_{spr}^{NC}}{\partial \beta} = \frac{\partial XT_{spr}^C}{\partial \beta} > \frac{\partial XT^{NC}}{\partial \beta} > 0$.

2) Comparaisons des dérivées sur l'output total de production :

A partir du tableau 3.3 on peut déterminer les dérivées suivantes :

$$\frac{\partial Q_{spr}^{NC}}{\partial \beta} = \frac{\partial Q_{spr}^C}{\partial \beta} = \frac{24\gamma_{pr}(1 + \beta)}{(9\gamma_{pr} - 2(1 + \beta)^2)^2} A > 0$$

$$\frac{\partial Q^{NC}}{\partial \beta} = \frac{12\gamma_{pr}(1 + \beta)}{(9\gamma_{pr} - (1 + \beta)^2)^2} A > 0$$

Il est dès lors aisé de prouver que $\frac{\partial Q_{spr}^{NC}}{\partial \beta} = \frac{\partial Q_{spr}^C}{\partial \beta} > \frac{\partial Q^{NC}}{\partial \beta} > 0$.

3) Comparaisons des dérivées sur les profits :

A partir du tableau 3.3 on peut déterminer les dérivées suivantes :

$$\frac{\partial \pi_{spr}^{NC}}{\partial \beta} = \frac{2\gamma_{pr}(27\gamma_{pr}(1 + 2\beta) - 2(1 + \beta)^2(7 - 2\beta))}{(9\gamma_{pr} - 2(1 + \beta)^2)^3} A^2$$

$$\frac{\partial \pi_{spr}^C}{\partial \beta} = \frac{4\gamma_{pr}(1 + \beta)}{(9\gamma_{pr} - 2(1 + \beta)^2)^2} A^2$$

$$\frac{\partial \pi^{NC}}{\partial \beta} = \frac{2\gamma_{pr}(1 + \beta)}{(9\gamma_{pr} - (1 + \beta)^2)^2} A^2$$

Il en découle que $\frac{\partial \pi_{spr}^C}{\partial \beta} > \frac{\partial \pi_{spr}^{NC}}{\partial \beta} > 0$.

Concernant la comparaison entre le scénario NC et C de la politique SPR , on peut déterminer que

$$\text{Sign}\left(\frac{\partial \pi_{spr}^{NC}}{\partial \beta} - \frac{\partial \pi_{spr}^C}{\partial \beta}\right) = \text{Sign}(9\gamma_{pr} + 36\gamma_{pr}\beta - 2(1 + \beta)^2(5 - 4\beta))$$

Or, $9\gamma_{pr} + 36\gamma_{pr}\beta - 2(1 + \beta)^2(5 - 4\beta) > 0$ et ce $\forall \gamma_{pr}$ et $\forall \beta \in]0, 1]$.

On en conclut que $\frac{\partial \pi_{spr}^{NC}}{\partial \beta} > \frac{\partial \pi_{spr}^C}{\partial \beta} \quad \forall \beta \in]0, 1]$.

I.1.E Démonstration de la section SPR avec taxe sur les quantités :

Nous reprenons ici le développement du modèle de la politique SPR avec taxation sur les quantités produites afin de financer le montant des subventions à la R&D versées aux entreprises privées. Nous ne présenterons que le raisonnement du scénario NC puisque la résolution des scénarios coopératifs est identique. Pour rappel, l'objectif de cette section est de vérifier si le prélèvement d'une taxe afin de réduire l'impact financier de la politique SPR pour l'Etat ne vient pas annuler les effets positifs de cette politique SPR sur le bien-être. La fonction de profit peut dès lors s'écrire

$$\pi_i(q_i, q_j, x_i, x_j) = (a - t - q_i - q_j)q_i - C_i(q_i, x_i, x_j) - (1 - s)\gamma_{pr}x_i^2$$

La fonction de bien-être pour sa part :

$$SW^{NC} = \underbrace{\frac{(Q^{NC})^2}{2}}_{\text{Surplus des consommateurs}} + \underbrace{2\pi^{NC}}_{\text{Surplus des producteurs}} - \underbrace{NBP}_{\text{Coût social de la subvention}} \quad (5.27)$$

Avec NBP , qui équivaut à $t(q_i + q_j) = s\gamma_{pr}(x_i^2 + x_j^2)$, la balance nette des paiements de cette politique publique de soutien à l'innovation. Cette dernière peut-être

excédentaire, à l'équilibre ou déficitaire en fonction des niveaux respectifs des dépenses et des recettes de cette politique.

Le jeu se décompose en 4 étapes avec résolution par récurrence arrière

- Une étape préliminaire ($t = 0$) où le décideur public détermine le montant de la taxe t permettant d'équilibrer en totalité, ou en partie, la balance des paiements.
- Une première étape ($t = 1$) durant laquelle le décideur public détermine le niveau de subvention optimale à la R&D de manière à garantir la maximisation du bien-être.
- Une seconde étape ($t = 2$), où chaque firme choisit le niveau optimal de R&D non-coopératif.
- Enfin, dans un dernier temps, ($t = 3$), les firmes se concurrencent sur les quantités produites à la Cournot.

a) *L'étape de production :*

La maximisation des profits donne le niveau de production optimal suivant

$$q_i^{NC}(x_i, x_j, s, t) = \frac{(a - c - t) + (2 - \beta)x_i + (2\beta - 1)x_j}{3}$$

On s'aperçoit que la taxe sur les quantités intervient bien négativement sur les quantités produites via une baisse de la *taille du marché* ($a - c - t$).

La fonction de profit individuel à la fin de cette première étape devient

$$\pi_i^{NC} = \frac{1}{9} ((a - c - t) + (2 - \beta)x_i + (2\beta - 1)x_j)^2 - (1 - s)\gamma_{pr}x_i^2$$

b) *Les niveaux de R&D à l'équilibre :*

La maximisation des profits donne les niveaux de R&D (pour rappel $x_i = x_j = x_{pr}$)

$$x_{pr}^{NC}(s, t) = \frac{(2 - \beta)}{9\gamma_{pr}(1 - s) - (2 - \beta)(1 + \beta)}(a - c - t)$$

Il en découle

$$q_i^{NC}(s, t) = \frac{3\gamma_{pr}(1 - s)}{9\gamma_{pr}(1 - s) - (2 - \beta)(1 + \beta)}(a - c - t)$$

c) *La subvention optimale :*

Lors de cette 3ème étape de résolution il nous faut déterminer le niveau de subvention optimale, $s_{spr}^{NC}(t)$, maximisant le bien-être.

Pour rappel, $SW^{NC} = \frac{(Q^{NC}(s,t))^2}{2} + 2\pi^{NC}(s,t) - 2s\gamma_{pr} (x_{pr}^{NC}(s,t))^2 + 2tq^{NC}(s,t)$.

On peut montrer en développant que

$$SW^{NC} = 4 (q^{NC}(s,t))^2 - 2\gamma_{pr} (x_{pr}^{NC}(s,t))^2$$

Soit un niveau de subvention d'équilibre après maximisation du bien-être

$$s^{NC}(t) = \frac{3\beta}{2(1+\beta)}$$

Il en découle par remplacement

$$q^{NC}(t) = \frac{3\gamma_{pr}}{9\gamma_{pr} - 2(1+\beta)^2} (a - c - t)$$

$$x_{pr}^{NC}(t) = \frac{2(1+\beta)}{9\gamma_{pr} - 2(1+\beta)^2} (a - c - t)$$

La seule différence avec le modèle *SPR* sans taxation subsiste dans la présence du niveau de taxe d'équilibre de la *NBP*, t^* . C'est pour cette raison que les démonstrations des scénarios coopératifs sont facilement obtenues.

d) *Etape préliminaire : le calcul de la taxe*

Pour déterminer le niveau de la taxe sur les quantités permettant l'équilibre de la balance des paiements, c'est à dire le niveau qui permettra d'annuler le coût social de la politique *SPR*, il nous résoudre

$$NBP = 0 \quad \Leftrightarrow \quad 2s\gamma_{pr} (x_{pr}^{NC}(t))^2 = 2tq^{NC}(t)$$

Ce qui donne

$$t^{NC} = \frac{2\beta(1+\beta)}{9\gamma_{pr} - 2(1+\beta)} (a - c)$$

Il nous reste à déterminer après remplacement l'ENPS suivant

$$\begin{aligned}
Q_{t^*}^{NC} &= \frac{6\gamma_{pr}}{9\gamma_{pr} - 2(1 + \beta)}(a - c) \geq Q^{NC} \\
x_{t^*}^{NC} &= \frac{2(1 + \beta)}{9\gamma_{pr} - 2(1 + \beta)}(a - c) \geq x^{NC} \\
XT_{t^*}^{NC} &= \frac{4(1 + \beta)}{9\gamma_{pr} - 2(1 + \beta)}(a - c) \geq XT^{NC} \\
\pi_{t^*}^{NC} &= \frac{\gamma_{pr}(9\gamma_{pr} - 2(2 - \beta)(1 + \beta))}{(9\gamma_{pr} - 2(1 + \beta))^2}(a - c)^2 \leq \pi^{NC} \\
SW_{t^*}^{NC} &= \frac{36\gamma_{pr}^2 - 4\gamma_{pr}(2 - \beta)(1 + \beta)}{(9\gamma_{pr} - 2(1 + \beta))^2}(a - c)^2 \geq SW^{NC}
\end{aligned}$$

I.1.F Preuves de la proposition 4.1

A partir du tableau 4.1, on peut procéder aux comparaisons entre les différents scénarios de la politique *SPU* :

1) Entre les scénarios NC et C :

a) *Concernant les niveaux de R&D des firmes :*

On peut aisément montrer que

$$\text{Sign}(x_{spu}^{NC} - x_{spu}^C) = \text{Sign}(1 - 2\beta)$$

On en conclut alors que $x_{spu}^C \geq (\leq)x_{spu}^{NC}$ si et seulement si $\beta \geq (\leq)0.5$

b) *Concernant les niveaux de recherche publique :*

Les numérateurs étant identiques, la comparaison porte donc sur les dénominateurs :

$$\begin{aligned}
&\left(\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} (9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - (2 - \beta)(1 + \beta) \right) - \left(\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} (9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - (1 + \beta)^2 \right) = \\
&\quad (1 + \beta)((1 + \beta) - (2 - \beta))
\end{aligned}$$

Ce qui donne pour les niveaux de recherche publique

$$\text{Sign}(x_{pub}^{NC} - x_{pub}^C) = \text{Sign}(1 - 2\beta)$$

En conclusion, on remarque que $x_{pub}^C \geq (\leq) x_{pub}^{NC}$ si et seulement si $\beta \geq (\leq) 0.5$.

c) *Concernant l'output total de production :*

La encore, les numérateurs étant similaires, la comparaison porte sur les dénominateurs. Comme pour les efforts publics de recherche on peut prouver que

$$\text{Sign}(Q_{spu}^{NC} - Q_{spu}^C) = \text{Sign}(1 - 2\beta)$$

On conclut donc que $Q_{spu}^C \geq (\leq) Q_{spu}^{NC}$ si et seulement si $\beta \geq (\leq) 0.5$.

d) *Concernant les surplus des producteurs :*

Une fois encore, nous pouvons démontrer aisément que

$$\text{Sign}(\pi_{spu}^{NC} - \pi_{spu}^C) = \text{Sign}(1 - 2\beta)$$

Il en découle sans difficultés que $\pi_{spu}^C \geq (\leq) \pi_{spu}^{NC}$ si et seulement si $\beta \geq (\leq) 0.5$.

e) *Concernant les surplus totaux :*

Une fois n'est pas coutume, on peut facilement prouver que la comparaison entre SW_{spu}^{NC} et SW_{spu}^C est du même signe que $(1 - 2\beta)$.

On en déduit donc que $SW_{spu}^C \geq (\leq) SW_{spu}^{NC}$ si et seulement si $\beta \geq (\leq) 0.5$.

2) Entre les scénarios C et J :

a) *Pour les niveaux de R&D des firmes :*

On peut déterminer que

$$\text{Sign}(x_{spu}^C - x_{spu}^J) = \text{Sign}\left(\beta^2 + \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2)\beta - 1\right)$$

On résoud

$$\beta^2 + \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2)\beta - 1 = 0$$

$$\Leftrightarrow \bar{\beta}_1 = \frac{\sqrt{\left(\left(\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2)\right)^2 + 4\right) - \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2)}}{2}$$

On obtient par conséquent que $x_{spu}^J \geq (\leq) x_{spu}^C$ si $\beta \leq (\geq) \bar{\beta}_1$. On peut déterminer par ailleurs déterminer que $\forall \alpha \in]0, 1]$, $0 \leq \bar{\beta}_1 \leq 1 \forall \gamma_{pr}$ et $\forall \gamma_{pu}$.

b) *Pour les niveaux de recherche publique :*

Les numérateurs étant identiques, la comparaison porte sur les dénominateurs. De ce fait on peut facilement démontrer que

$$\text{Sign}(x_{pub}^C - x_{pub}^J) = \text{Sign}\left((1 + \beta)^2 - 2\right)$$

En conséquence, on en déduit que $x_{pub}^J \geq (\leq) x_{pub}^C$ si et seulement si $\beta \leq (\geq) 0.41$.

c) *Pour les volumes totaux de production :*

Pour les mêmes raisons que précédemment, on peut déterminer facilement que

$$\text{Sign}(Q_{spu}^C - Q_{spu}^J) = \text{Sign}\left((1 + \beta)^2 - 2\right)$$

D'où $Q_{spu}^J \geq (\leq) Q_{spu}^C$ si et seulement si $\beta \leq (\geq) 0.41$.

d) *Les surplus des producteurs :*

On peut prouver que

$$\text{Sign}(\pi_{spu}^C - \pi_{spu}^J) = \text{Sign}\left((1 + \beta)^2 - 2\right)$$

Soit en conclusion, $\pi_{spu}^J \geq (\leq) \pi_{spu}^C$ si et seulement si $\beta \leq (\geq) 0.41$.

e) *Les surplus totaux :*

Enfin, il est également facile de démontrer que

$$\text{Sign}(SW_{spu}^C - SW_{spu}^J) = \text{Sign}\left((1 + \beta)^2 - 2\right)$$

Dès lors, on en déduit que $SW_{spu}^J \geq (\leq) SW_{spu}^C$ si et seulement si $\beta \leq (\geq) 0.41$.

3) Entre les scénarios NC et J :

a) *Les niveaux de R&D privée :*

On sait que $\forall \beta$ et $\forall \alpha \in]0, 1]$

$$\text{Num}(x_{spu}^{NC}) = (2 - \beta) > 1 = \text{Num}(x_{spu}^J)$$

et que comme $(2 - \beta)(1 + \beta) > 2$

$$\text{Dénom}(x_{spu}^{NC}) = \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - (2 - \beta)(1 + \beta) < \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - 2 = \text{Dénom}(x_{spu}^J)$$

Dès lors, on peut conclure que $x_{spu}^{NC} > x_{spu}^J \quad \forall \beta \in]0, 1]$.

b) *Concernant les niveaux de recherche du secteur public :*

Les numérateurs étant identiques $\text{Num}(x_{pub}^{NC}) = \text{Num}(x_{pub}^J) = 4\alpha \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}$, la comparaison porte sur les dénominateurs. Or on a prouvé précédemment que

$$\text{Dénom}(x_{pub}^{NC}) = \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - (2 - \beta)(1 + \beta) < \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - 2 = \text{Dénom}(x_{pub}^J)$$

Il est alors simple de conclure que $x_{pub}^{NC} > x_{pub}^J \quad \forall \beta \in]0, 1]$.

c) *Pour les volumes de production totale :*

Le raisonnement est identique à celui développé pour les niveaux de recherche du secteur public. On peut directement en déduire que $Q_{spu}^{NC} > Q_{spu}^J \quad \forall \beta \in]0, 1]$.

d) *Concernant les surplus des producteurs :*

On peut vérifier sous mathematica une valeur pour laquelle $\pi_{spu}^{NC} - \pi_{spu}^J = 0$, c'est à dire $0 \leq \bar{\beta}_2 \leq 1$. Cette dernière dépendant à la fois des paramètres α , β , γ_{pr} et γ_{pu} , ne sera pas présenter au regard de sa complexité. Nous vérifions toutefois que celle-ci est bien incluse dans l'intervalle $]0, 1]$. A titre d'illustration, $\bar{\beta}_2 = 0.29$ pour le cas restreint où $\alpha = 1$ et $\gamma_{pr} = \gamma_{pu} = 1$.

e) *Concernant les surplus totaux :*

Pour les mêmes raisons que précédemment, on vérifie sous mathématique que $SW_{spu}^J \geq (\leq) SW_{spu}^{NC}$ si $\beta \leq (\geq) \bar{\beta}_3$, avec $0 \leq \bar{\beta}_3 \leq 1$. Lorsque nous considérons le cas restreint où $\alpha = 1$ et $\gamma_{pr} = \gamma_{pu} = 1$, on peut déterminer que $\bar{\beta}_3 = 0.27$.

I.1.G Preuves de la proposition 4.2

1) Concernant les dérivées de x_{spu} , Q_{spu} et π_{spu} :

A partir du tableau 4.1, on peut conclure pour les trois cas considérés (NC, C et J) que, puisque le paramètre α apparaît négativement dans les variables $x_{spu}^{NC,C,J}$, $Q_{spu}^{NC,C,J}$ et $\pi_{spu}^{NC,C,J}$, l'ensemble des dérivées partielles par α sont par construction positives :

$\forall \beta$ et $\forall \alpha \in]0, 1]$:

$$\begin{aligned} \frac{\partial x_{spu}^{NC,C,J}}{\partial \alpha} &> 0 \\ \frac{\partial Q_{spu}^{NC,C,J}}{\partial \alpha} &> 0 \\ \frac{\partial SW_{spu}^{NC,C,J}}{\partial \alpha} &> 0 \end{aligned}$$

2) Pour la dérivée partielle du niveau de recherche publique :

Le raisonnement est là encore aisé puisque le terme α apparaît positivement au numérateur et négativement au dénominateur de chacune des 3 variables. De ce fait, par construction on peut conclure que :

$$\frac{\partial x_{pub}^{NC,C,J}}{\partial \alpha} > 0 \quad \forall \alpha \quad \text{et} \quad \forall \beta \in]0, 1]$$

3) Pour la dérivée partielle du bien-être :

a) Pour le scénario non-coopératif :

Enfin, en ce qu'il s'agit de la dernière dérivée partielle, on peut calculer :

Avec $X = \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - (2 - \beta)(1 + \beta)$:

$$\frac{\partial SW_{spu}^{NC}}{\partial \alpha} = \frac{32\alpha X \frac{\gamma_{pr}^2}{\gamma_{pu}}}{X^2} \left(\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) + (2 - \beta)(1 + \beta) - (2 - \beta)^2 \right)$$

Dès lors, on démontre que

$$\text{Sign} \left(\frac{\partial SW_{spu}^{NC}}{\partial \alpha} \right) = \text{Sign} \left(\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - (2 - \beta)(1 - 2\beta) \right)$$

Or, d'après la condition de non-négativité du scénario NC

$$\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - (2 - \beta)(1 + \beta) > 0$$

De plus puisque $(1 + \beta) > (1 - 2\beta) \forall \beta \in]0, 1]$, alors

$$\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - (2 - \beta)(1 - 2\beta) > 0 \quad \forall \beta \quad \text{et} \quad \alpha \in]0, 1]$$

Dès lors, $\forall \beta$ et $\alpha \in]0, 1]$

$$\frac{\partial SW_{spu}^{NC}}{\partial \alpha} > 0$$

b) Pour le scénario C :

On peut également déterminer que, avec $Y = \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - (1 + \beta)^2$:

$$\frac{\partial SW_{spu}^C}{\partial \alpha} = \frac{32\alpha Y \frac{\gamma_{pr}^2}{\gamma_{pu}}}{Y^2} \left(\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) \right)$$

On peut en déduire que

$$\text{Sign} \left(\frac{\partial SW_{spu}^C}{\partial \alpha} \right) = \text{Sign} \left(\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) \right)$$

On en conclut directement que

$$\frac{\partial SW_{spu}^C}{\partial \alpha} > 0 \quad \forall \beta \quad \text{et} \quad \forall \alpha \in]0, 1]$$

c) Pour le scénario J :

On peut calculer, avec $Z = \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - 2$:

$$\frac{\partial SW_{spu}^J}{\partial \alpha} = \frac{32\alpha Z \frac{\gamma_{pr}^2}{\gamma_{pu}}}{Z^2} \left(\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) \right)$$

Ce qui signifie que

$$\text{Sign} \left(\frac{\partial SW_{spu}^J}{\partial \alpha} \right) = \text{Sign} \left(\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) \right)$$

On en conclut directement que

$$\frac{\partial SW_{spu}^J}{\partial \alpha} > 0 \quad \forall \alpha \in]0, 1]$$

I.1.H Preuves du lemme 13 :

1) Comparaison des coûts sociaux :

a) *Entre les scénarios NC et C :*

A partir des équations 4.12 et 4.25, on remarque que les numérateurs étant identiques, la comparaison porte donc sur les dénominateurs.

$$\text{Sign} \left(\text{Dénom}(SC_{spu}^{NC}) - \text{Dénom}(SC_{spu}^C) \right) = \text{Sign}(-(1 - 2\beta))$$

Ce qui nous donne l'opposé pour les coûts sociaux

$$\text{Sign} \left(SC_{spu}^{NC} - SC_{spu}^C \right) = \text{Sign}((1 - 2\beta))$$

On en conclut que $SC_{spu}^C \geq (\leq) SC_{spu}^{NC}$ si et seulement si $\beta \geq (\leq) 0.5$.

b) *Entre les scénarios C et J :*

A partir des équations 4.25 et 4.37, on remarque que les numérateurs étant également identiques, la comparaison porte sur les dénominateurs. On peut montrer que

$$\text{Sign} \left(\text{Dénom}(SC_{spu}^C) - \text{Dénom}(SC_{spu}^J) \right) = \text{Sign} \left(2 - (1 + \beta)^2 \right)$$

D'où par déduction

$$\text{Sign} \left(SC_{spu}^C - SC_{spu}^J \right) = \text{Sign} \left((1 + \beta)^2 - 2 \right)$$

En conséquence, lorsque $\beta \geq (\leq) 0.41$, $SC_{spu}^C \geq (\leq) SC_{spu}^J$.

c) *Entre les scénarios NC et J :*

Comme précédemment, à partir des équations 4.12 et 4.37, on remarque que les numérateurs étant identiques, la comparaison porte sur les dénominateurs.

Or, on sait que $(2 - \beta)(1 + \beta) > 2quad \forall \beta \in]0, 1]$, donc

$$\text{Dénom} \left(SC_{spu}^{NC} \right) = \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} (9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - (2 - \beta)(1 + \beta) < \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} (9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - 2 = \text{Dénom} \left(SC_{spu}^J \right)$$

Dès lors, on en conclut que $\forall \beta \in]0, 1]$, $SC_{spu}^{NC} > SC_{spu}^J$.

2) Comparaison des mesures d'efficacité de la politique SPU :

A partir des fonctions 4.13, 4.26 et 4.38, on peut obtenir sous mathématica les racines suivantes lorsque $\gamma_{pr} = \gamma_{pu} = 1$:

$\forall \beta$ et $\forall \alpha \in]0, 1]$:

$$\begin{aligned} E f f_{spu}^{NC} - E f f_{spu}^C &= 0 \quad \text{pour} \quad \beta = 0.5 \\ E f f_{spu}^C - E f f_{spu}^J &= 0 \quad \text{pour} \quad \beta = 0.41 \\ E f f_{spu}^{NC} - E f f_{spu}^J &= 0 \quad \text{pour} \quad \beta = 0.47 \end{aligned}$$

Dès lors on peut en conclure que pour $\gamma_{pr} = \gamma_{pu} = 1$

$\forall \beta$ et $\forall \alpha \in]0, 1]$:

$$\begin{aligned} E f f_{spu}^C &\geq (\leq) E f f_{spu}^{NC} \quad \text{si} \quad \beta \leq (\geq) 0.5 \\ E f f_{spu}^J &\geq (\leq) E f f_{spu}^C \quad \text{si} \quad \beta \leq (\geq) 0.41 \\ E f f_{spu}^J &\geq (\leq) E f f_{spu}^{NC} \quad \text{si} \quad \beta \leq (\geq) 0.47 \end{aligned}$$

I.1.I Preuves de la proposition 4.3 :

A partir des tableaux 4.1 et 3.1, on peut procéder aux comparaisons suivantes entre les politiques *SPR* et *SPU* :

1) Concernant le scénario non-coopératif :

On peut montrer que

$$\text{Sign} \left(XT_{SPR}^{NC} - XT_{SPU}^{NC} \right) =$$

$$\text{Sign} \left(27\beta\gamma_{pr} + \alpha \left(2\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pr} - 2(1 + \beta)^2) \right) - 8\alpha^2\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(1 + \beta) \right)$$

Or on peut calculer la racine en α garantissant que

$$27\beta\gamma_{pr} + \alpha \left(2\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pr} - 2(1 + \beta)^2) \right) - 8\alpha^2\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(1 + \beta) = 0$$

\Leftrightarrow

$$\alpha_{XT}^{NC} = \frac{\sqrt{\left(\left(2\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pr} - 2(1 + \beta)^2) \right)^2 + 864\beta\frac{\gamma_{pr}^2}{\gamma_{pu}}(1 + \beta) \right)} - 2\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pr} - 2(1 + \beta)^2)}{16\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(1 + \beta)}$$

Avec $\alpha \in]0, 1]$ pour des β qui ne soient pas trop élevés. Dit autrement, pour des spillovers privés élevés, le volume total de R&D sera plus élevé dans le cas d'une politique *SPR* que dans une politique *SPU* et ce quelque soit α (pour $\beta = 1$, la valeur seuil $\alpha_{XT}^{NC} > 1$ et par conséquent $XT_{SPR}^{NC} > XT_{SPU}^{NC}$).

On en conclut que pour $\alpha \geq (\leq)\alpha_{XT}^{NC}$, $XT_{SPU}^{NC} \geq (\leq)XT_{SPR}^{NC}$

2) Concernant le scénario C :

On peut déterminer que

$$\text{Sign} \left(XT_{SPR}^C - XT_{SPU}^C \right) =$$

$$\text{Sign} \left(9\gamma_{pr}(1 + \beta) + \alpha \left(2\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pr} - 2(1 + \beta)^2) \right) - 8\alpha^2\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(1 + \beta) \right)$$

Or

$$9\gamma_{pr}(1 + \beta) + \alpha \left(2\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pr} - 2(1 + \beta)^2) \right) - 8\alpha^2\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(1 + \beta) = 0$$

\Leftrightarrow

$$\alpha_{XT}^C = \frac{\sqrt{\left(\left(2\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pr} - 2(1 + \beta)^2) \right)^2 + 288\beta\frac{\gamma_{pr}^2}{\gamma_{pu}}(1 + \beta) \right)} - 2\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pr} - 2(1 + \beta)^2)}{16\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(1 + \beta)}$$

On peut déterminer que $\forall \gamma_{pr}, \gamma_{pu}$ et $\forall \beta \in]0, 1]$, la valeur $\alpha_{XT}^C \in]0, 1[$.

Par conséquent, il en découle que pour $\alpha \geq \alpha_{XT}^C$, $XT_{SPU}^C \geq XT_{SPR}^C$. Ce qui marche donc également pour $\alpha = 1$.

3) Pour le laboratoire commun de recherche :

Le raisonnement étant similaire au scénario C , nous pouvons directement présenter la racine en α

$$\alpha_{XT}^J = \frac{\sqrt{\left(2\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pr} - 4)\right)^2 + 288\beta\frac{\gamma_{pr}^2}{\gamma_{pu}}} - 2\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pr} - 4)}{16\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}}$$

Il est aisé de démontrer que $\forall \gamma_{pr}, \gamma_{pu}, \alpha_{XT}^J \in]0, 1[$. Dès lors, on en déduit que lorsque $\alpha \geq \alpha_{XT}^J$, alors $XT_{SPU}^J \geq XT_{SPR}^J$. Ce qui fonctionne donc également par construction pour $\alpha = 1$.

I.1.J Preuves de la proposition 4.4 :

A partir des tableaux 4.1 et 3.1, on peut procéder, selon le même raisonnement que pour la proposition 4.3, aux comparaisons suivantes entre les politiques SPR et SPU :

1) Pour le scénario Non-Coopératif (NC) :

a) *Concernant les quantités produites*

Puisque les numérateurs sont identiques, la comparaison porte sur les dénominateurs

$$\text{Dénom} \left(Q_{spu}^{NC} \right) - \text{Dénom} \left(Q_{spr}^{NC} \right) = 4\alpha^2 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} - 2(1 + \beta)^2 + (2 - \beta)(1 + \beta)$$

Or on peut montrer que

$$4\alpha^2 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} - 2(1 + \beta)^2 + (2 - \beta)(1 + \beta) = 0 \iff \alpha_{Q^{NC}} = \sqrt{\frac{3\beta\gamma_{pu}(1 + \beta)}{4\gamma_{pr}}}$$

Dès lors, on en conclut que si $\alpha \geq \alpha_{Q^{NC}}$, alors $Q_{SPU}^{NC} \geq Q_{SPR}^{NC}$. On peut par ailleurs montrer que pour des spillovers inter-firmes suffisamment faibles, $\alpha_{Q^{NC}} \in]0, 1[$, donc fonctionne pour $\alpha = 1$.

b) Concernant les surplus des producteurs

On peut démontrer que

$$\text{Sign} \left(\text{Num}(\pi_{SPU}^{NC}) - \text{Num}(\pi_{SPR}^{NC}) \right) = \text{Sign} (3\beta)$$

On en déduit que $\text{Num}(\pi_{SPU}^{NC}) \geq \text{Num}(\pi_{SPR}^{NC}) \quad \forall \beta \in]0, 1[$. Concernant les dénominateurs, on peut montrer que pour $\alpha = 1$ et des spillovers inter-firmes suffisamment faibles, $\beta \leq \frac{\sqrt{(9+48\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}})}-3}{6}$, alors

$$\text{Dénom}(\pi_{SPR}^{NC}) \geq \text{Dénom}(\pi_{SPU}^{NC})$$

On en conclut que pour $\alpha = 1$ et $\beta \leq \frac{\sqrt{(9+48\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}})}-3}{6}$, alors $\pi_{SPU}^{NC} \geq \pi_{SPR}^{NC}$. Dit autrement, lorsque les firmes se rapprochent du secteur public de la recherche et que les spillovers inter-firmes ne sont pas eux-mêmes maximums, alors même des entreprises ne coopérant pas en R&D peuvent trouver un intérêt à profiter de la recherche publique (*SPU*) plutôt que de recevoir une subvention publique (*SPR*).

c) Concernant le surplus total

On peut déterminer que

$$\text{Dénom}(SW_{SPR}^{NC}) \geq \text{Dénom}(SW_{SPU}^{NC}) \quad \forall \beta \in]0, 1[\quad \text{et} \quad \alpha = 1$$

De plus, on montre que

$$\text{Sign} \left(\text{Num}(SW_{SPU}^{NC}) - \text{Num}(SW_{SPR}^{NC}) \right) = \text{Sign} \left(3\beta(4 + \beta) - 8\alpha^2 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} \right)$$

Or, pour $\beta \leq \frac{\sqrt{(144+96\alpha^2\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}})}-12}{6}$, il en découle que $3\beta(4 + \beta) - 8\alpha^2 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} \leq 0$

Il existe alors un degré d'externalités inter-firmes pour lequel

$$\text{Num}(SW_{SPU}^{NC}) \geq \text{Num}(SW_{SPR}^{NC})$$

On en conclut que pour $\beta \leq \frac{\sqrt{(144+96\alpha^2 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}})-12}}{6}$, $SW_{SPU}^{NC} \geq SW_{SPR}^{NC}$.

2) Pour le scénario C :

La logique est similaire au scénario non-coopératif développée précédemment. On montrera cependant que nos conclusions se différencieront de ce dernier puisque les comparaisons ne dépendront que du degré d'externalité publique, et donc de la distance entre les deux secteurs de recherche public et privé, et non plus du niveau d'externalités inter-firmes.

a) *Concernant les quantités produites*

On démontre que

$$\text{Sign} \left(Q_{SPU}^{NC} - Q_{SPR}^{NC} \right) = \text{Sign} \left(4\alpha^2 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} - (1 + \beta)^2 \right)$$

Il en résulte que pour un degré d'externalité $(\alpha \geq \frac{(1+\beta)}{2\sqrt{\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}}} \in]0, 1[)$ suffisamment élevé, $Q_{SPU}^C \geq Q_{SPR}^C$.

b) *Concernant les surplus des producteurs*

On montre que

$$V = 9\gamma_{pr} - (1 + \beta)^2 \geq 9\gamma_{pr} - 2(1 + \beta)^2 = W \quad \forall \beta \in]0, 1[$$

Mais également que

$$X = 9\gamma_{pr} - 4\alpha^2 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} - (1 + \beta)^2 \leq 9\gamma_{pr} - 2(1 + \beta)^2 = Y \quad \forall \alpha \geq \frac{(1 + \beta)}{2\sqrt{\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}}}$$

On en conclut que $\forall \alpha \geq \frac{(1+\beta)}{2\sqrt{\frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}}}$ et $\beta \in]0, 1[$, alors

$$\pi_{SPU}^C = \frac{V}{X^2} \geq \frac{W}{Y^2} = \pi_{SPR}^C$$

c) *Concernant le bien-être*

Là encore, on peut déterminer que

$$\text{Sign} \left(SW_{SPU}^C - SW_{SPR}^C \right) = \text{Sign} \left(72\alpha^2 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} - 9(1 + \beta)^2 - 32\alpha^4 \frac{\gamma_{pr}^2}{\gamma_{pu}} \right)$$

Il en résulte que

$$SW_{SPU}^C \geq SW_{SPR}^C \quad \forall \alpha \geq \alpha_{SWC}$$

avec

$$\alpha_{SWC} = \sqrt{\frac{72 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} - \sqrt{\left(5184 \frac{\gamma_{pr}^2}{\gamma_{pu}^2} - 1152 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}^2} (1 + \beta)^2 \right)}}{18(1 + \beta)^2}}$$

On peut montrer que $\forall \beta \in]0, 1]$, l'externalité publique $\alpha_{SWC} \in]0, 1]$

3) *Pour le scénario du laboratoire commun :*

a) *Concernant les quantités produites*

On peut montrer que

$$X = 9\gamma_{pr} - 4\alpha^2 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} - 2 \leq 9\gamma_{pr} - 4 = Y \quad \alpha \geq \sqrt{\frac{\gamma_{pu}}{2\gamma_{pr}}}$$

On en conclut que

$$Q_{SPU}^J = \frac{6\gamma_{pr}A}{X} \geq \frac{6\gamma_{pr}A}{Y} \quad \forall \alpha \geq \sqrt{\frac{\gamma_{pu}}{2\gamma_{pr}}} \in]0, 1]$$

Concernant les surplus des producteurs

On détermine que

$$V = \gamma_{pr}(9\gamma_{pr} - 2) \geq \gamma_{pr}(9\gamma_{pr} - 4) = W$$

Et également

$$X = 9\gamma_{pr} - 4\alpha^2 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} - 2 \leq 9\gamma_{pr} - 4 = Y \quad \alpha \geq \sqrt{\frac{\gamma_{pu}}{2\gamma_{pr}}}$$

Dès lors, il en découle que

$$\pi_{SPU}^J = \frac{V}{X^2} \geq \frac{W}{Y^2} = \pi_{SPR}^J \quad \alpha \geq \sqrt{\frac{\gamma_{pu}}{2\gamma_{pr}}}$$

c) *Concernant le bien-être*

On démontre facilement que

$$\text{Sign} \left(SW_{SPU}^J - SW_{SPR}^J \right) = \text{Sign} \left(72\alpha^2 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} - 18 - 32\alpha^4 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}^2} \right)$$

Ce qui donne

$$SW_{SPU}^J \geq SW_{SPR}^J \quad \forall \alpha \geq \alpha_{SW^J}$$

Avec

$$\alpha_{SW^J} = \sqrt{\frac{72 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} - \sqrt{\left(5184 \frac{\gamma_{pr}^2}{\gamma_{pu}^2} - 2304 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}^2} \right)}}{36}} \in]0, 1]$$

I.1.K Généralisation à n firmes de la politique SPU :

.

1) Le scénario non-coopératif :

La présence de l'acteur public de la recherche n'induit pas de changements sur la résolution de la première étape du jeu. Nous pouvons donc repartir directement de l'équation d'équilibre de l'output de production à n firmes, à savoir

$$q_i = \frac{a - nc_i + (n-1)c_j}{n+1}$$

Les fonctions de coût marginal de production changent cependant, puisqu'elles intègrent l'externalité de connaissance générée par l'entité publique de R&D (αx_{pub}). Elles deviennent alors pour notre firme de référence $c_i = c - x_i - (n-1)\beta x_j - \alpha x_{pub}$ et pour les autres firmes $c_j = c - x_j - \beta x_i - (n-2)\beta x_{-i} - \alpha x_{pub}$.

La fonction de production à la fin de cette première étape devient donc

$$q_i = \frac{A + (n - \beta(n - 1))x_i + (2\beta - 1)(n - 1)x_j + \alpha x_{pub}}{n + 1}$$

Afin de déterminer le montant de R&D qui maximise le profit individuel de chaque firme, pour rappel $\pi_i^{NC} = (q_i^{NC})^2 - \gamma_{pr}(x_i^{NC})^2$, il nous faut résoudre l'équation suivante

$$\frac{\partial \pi_i^{NC}}{\partial x_i^{NC}} = 2 \left(\frac{\partial q_i^{NC}}{\partial x_i^{NC}} \right) q_i^{NC} - 2\gamma_{pr}x_i^{NC} = 0$$

Or, on sait qu'en raison de l'hypothèse d'homogénéité des firmes, à l'équilibre $x_i = x_j = x_{pr}$, il en résulte la fonction de réaction du secteur privé vis-à-vis du secteur public de la recherche¹⁰²

$$x_{spu}(x_{pub})^{NC} = \frac{(n - \beta(n - 1))(A + \alpha x_{pub})}{\gamma_{pr}(n + 1)^2 - (n - \beta(n - 1))(1 + \beta(n - 1))}$$

On remarque que comme pour le duopole non-coopératif, le niveau de recherche du secteur privé est positivement impacté par celui du secteur public. Dit autrement, plus le niveau de recherche entreprise par le secteur public sera élevé, plus les entreprises privées du secteur de la R&D augmenteront leurs investissements en recherche, cet effet incitatif étant d'autant plus fort que le degré d'externalité publique est élevé.

Toujours dans cette seconde étape de résolution du jeu, il nous faut déterminer la fonction de réaction cette fois-ci du secteur public en fonction de la décision d'investir en R&D du secteur privé. Pour ce faire, nous procédons à la maximisation de la fonction objectif du secteur public : le bien-être. Ce dernier se définit comme suit

$$SW_{spu}^{NC} = \frac{Q^2}{2} + \sum_{i=1}^n \pi_i^{NC} - \gamma_{pu}x_{pu}^2 = \left(\frac{n(n + 2)}{2} \right) q_i^2 - n\gamma_{pr}x_{pr}^2 - \gamma_{pu}x_{pub}^2$$

Il en découle après maximisation¹⁰³

$$x_{pub}^{NC}(x_{spu}) = \frac{n(n + 2)\alpha(A + (1 + \beta(n - 1))x_{pr})}{2\gamma_{pu}(n + 1)^2 - n(n + 2)\alpha^2}$$

102. La CSO est vérifiée pour $\gamma_{pr}(n + 1)^2 > (n - \beta(n - 1))(1 + \beta(n - 1))$.

103. La CSO est vérifiée pour $2\gamma_{pu}(n + 1)^2 > n(n + 2)\alpha^2$.

Afin de simplifier la présentation, nous reprenons l'ENPS correspondant, obtenu par substitution, directement dans le tableau 4.17.

2) Le scénario coopératif :

Les firmes se faisant concurrence à la Cournot lors de la première étape de résolution du jeu, le niveau de production est inchangé

$$q_i = \frac{A + (n - \beta(n - 1))x_i + (2\beta - 1)(n - 1)x_j + \alpha x_{pub}}{n + 1}$$

La fonction de profit individuel reste identique à celle de non-coopération, c'est à dire

$$\pi_i^C = (q_i^C)^2 - \gamma_{pr}(x_i^C)^2$$

Afin d'obtenir le niveau optimal de R&D des firmes lors de la seconde étape, nous procédons à la maximisation du profit de coordination

$$\frac{\partial \Pi_i^C}{\partial x_i^C} = 2 \frac{(n - \beta(n - 1))}{(n + 1)} q_i^C + \frac{2(n - 1)(2\beta - 1)}{(n + 1)} q_j^C - 2\gamma_{pr} x_i^C = 0$$

Il en découle la fonction de réaction du secteur privé en fonction du niveau de R&D du secteur public à savoir ¹⁰⁴

$$x_{spu}^C(x_{pub}) = \frac{(1 + \beta(n - 1))(A + \alpha x_{pub})}{\gamma_{pr}(n + 1)^2 - (1 + \beta(n - 1))^2}$$

Logiquement, la R&D privée continue à être positivement corrélée au niveau de recherche du secteur public. Ce résultat nous conforte dès lors dans notre rejet de l'hypothèse souvent admise d'effet d'aubaine des dépenses publiques de R&D au profit du secteur privé qui en profiterait de fait pour diminuer d'autant son propre investissement en R&D.

On remarque par ailleurs que le niveau de R&D du secteur privé augmente avec le degré d'externalité publique, incitant là encore les entreprises à se rapprocher du secteur public de la recherche afin de profiter toujours plus des externalités de connaissance en provenance de ce secteur public.

Dans la même logique, afin d'obtenir la fonction de réaction correspondante pour le secteur public de la recherche, nous procédons à la maximisation du bien-être. Ce dernier s'écrit

104. La CSO est respectée pour $\gamma_{pr}(n + 1)^2 > (1 + \beta(n - 1))^2$.

$$SW_{spu}^C = \frac{n(n+2)}{2} (q_{spu}^C)^2 - n\gamma_{pr} (x_{spu}^C)^2 - \gamma_{pu} (x_{pub}^C)^2$$

Ce qui donne

$$\frac{\partial SW_{spu}^C}{\partial x_{pub}} = n(n+2)\alpha (A + (1 + \beta(n-1))x_{spu}^C + \alpha x_{pub}) - 2\gamma_{pu}(n+1)^2 x_{pub}^C = 0$$

Soit la fonction de réaction¹⁰⁵

$$x_{pub}^C(x_{spu}) = \frac{n(n+2)\alpha (A + (1 + \beta(n-1))x_{spu})}{2\gamma_{pu}(n+1)^2 - n(n+2)\alpha^2}$$

Comme pour le cas du duopole, la recherche publique est positivement corrélée au niveau de la R&D privée. En effet, plus la recherche publique profite aux firmes, plus ces dernières augmenteront leurs investissements en R&D. Dès lors, puisque l'objectif du décideur public est de garantir la maximisation du bien-être, il devra d'autant plus investir en recherche afin d'inciter encore plus les entreprises à accroître leur effort de recherche et ainsi atteindre un niveau de bien-être encore plus important.

Nous reprenons l'ENPS qui en découle, obtenu par substitution, dans le tableau 4.17.

I.1.L Preuves des propositions 4.5 et 4.6 :

A partir du tableau 4.17, nous pouvons procéder aux comparaisons suivantes

1) Concernant la proposition 4.5 :

On peut déterminer que

$$\left\{ \begin{array}{l} 0 < V = 2\gamma_{pr}(n+1)^2 - 2(n - \beta(n-1))(1 + \beta(n+1)) > \\ 2\gamma_{pr}(n+1)^2 - n(n+2)\alpha^2 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} - 2(n - \beta(n-1))(1 + \beta(n+1)) = W > 0 \\ 0 < X = 2\gamma_{pr}(n+1)^2 - 2(1 + \beta(n-1))^2 > \\ 2\gamma_{pr}(n+1)^2 - n(n+2)\alpha^2 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} - 2(1 + \beta(n+1))^2 = Y > 0 \end{array} \right.$$

a) *Pour le scénario non-coopératif :*

On montre alors que $\forall n > 2$

105. La CSO est vérifiée lorsque $2\gamma_{pu}(n+1)^2 > n(n+2)\alpha^2$.

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{spu}^{NC} = \frac{2(n-\beta(n-1))}{V} > \frac{2(n-\beta(n-1))}{X} = x^{NC} \\ Q_{spu}^{NC} = \frac{2n\gamma_{pr}(n+1)}{V} > \frac{2n\gamma_{pr}(n+1)}{W} = Q^{NC} \\ \pi_{spu}^{NC} = \frac{4\gamma_{pr}(\gamma_{pr}(n+1)^2 - (n-\beta(n-1))^2)}{V^2} > \frac{4\gamma_{pr}(\gamma_{pr}(n+1)^2 - (n-\beta(n-1))^2)}{W^2} = \pi^{NC} \end{array} \right.$$

b) *Pour le scénario coopératif :*

On montre également que $\forall n > 2$

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{spu}^C = \frac{2(1+\beta(n-1))}{X} > \frac{2(n-\beta(n-1))}{Y} = x^C \\ Q_{spu}^C = \frac{2n\gamma_{pr}(n+1)}{X} > \frac{2n\gamma_{pr}(n+1)}{Y} = Q^C \\ \pi_{spu}^C = \frac{4\gamma_{pr}(\gamma_{pr}(n+1)^2 - (1+\beta(n-1))^2)}{X^2} > \frac{4\gamma_{pr}(\gamma_{pr}(n+1)^2 - (1-\beta(n-1))^2)}{Y^2} = \pi^C \end{array} \right.$$

2) Concernant la proposition 4.6 :

A partir des comparaisons précédentes, nous montrons que

a) *Les niveaux de recherche publique :*

$$x_{pub}^{NC} > x_{pub}^C \Leftrightarrow (n - \beta(n - 1)) > (1 + \beta(n - 1))$$

On en conclut donc que $\forall \beta \geq (\leq) 0.5$, alors $x_{pub}^C \geq (\leq) x_{pub}^{NC}$.

b) *Les niveaux de R&D du secteur privé :*

On peut aisément démontrer que

$$\text{Sign}(x_{spu}^{NC} - x_{spu}^C) = \text{Sign}((n - 1)(1 - 2\beta))$$

Il en résulte que $x_{spu}^C \geq (\leq) x_{spu}^{NC}$ lorsque $\beta \geq (\leq) 0.5$.

c) *Les volumes totaux de production :*

On peut montrer que

$$\text{Sign}(Q_{spu}^{NC} - Q_{spu}^C) = \text{Sign}((n - 1)(1 - 2\beta))$$

On en déduit que $Q_{spu}^C \geq (\leq) Q_{spu}^{NC}$ lorsque $\beta \geq (\leq) 0.5$.

d) *Les surplus des producteurs :*

Nous montrons également que

$$\text{Sign} \left(\pi_{spu}^{NC} - \pi_{spu}^C \right) = \text{Sign} \left((n - \beta(n - 1)) - (1 + \beta(n - 1)) \right) = \text{Sign} \left((n - 1)(1 - 2\beta) \right)$$

Il en résulte que $\pi_{spu}^C \geq (\leq) \pi_{spu}^{NC}$ lorsque $\beta \geq (\leq) 0.5$.

e) *Les surplus totaux :*

Une fois n'est pas coutume, nous pouvons déterminer que

$$\text{Sign} \left(SW_{spu}^{NC} - SW_{spu}^C \right) = \text{Sign} \left((n - 1)(1 - 2\beta) \right)$$

On en conclut que $SW_{spu}^C \geq (\leq) SW_{spu}^{NC}$ lorsque $\beta \geq (\leq) 0.5$.

I.1.M Preuves des proposition 4.7 :

A partir du tableau 4.17, nous pouvons procéder aux comparaisons suivantes

1) Concernant le scénario non-coopératif :

a) *Le niveau de recherche du secteur privé :*

On peut montrer que $\frac{\partial x_{spu}^{NC}}{\partial n}$ est du même signe que

$$2\gamma_{pr}(n+1)(1-3\beta+n(\beta-1)) - \alpha^2 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} (n(n+2)(1-\beta) - 2(n+1)(1+\beta(n-1))) + 2\beta(n-\beta(n-1))^2$$

A partir du calcul du discriminant, on prouve que $\frac{\partial x_{spu}^{NC}}{\partial n}$ est du signe de a , c'est à dire que

$$\frac{\partial x_{spu}^{NC}}{\partial n} < 0$$

b) *Le niveau de recherche publique :*

Là aussi, on peut déterminer que

$$\text{Sign} \left(\frac{\partial x_{pub}^{NC}}{\partial n} \right) = \text{Sign} \left(2\gamma_{pr}(n+1) - n^2 + 2\beta(1-\beta)(n-1)(2n+1) \right)$$

Il est facile de démontrer que $2\gamma_{pr}(n+1) - n^2 + 2\beta(1-\beta)(n-1)(2n+1) > 0$, dès lors

$$\frac{\partial x_{pub}^{NC}}{\partial n} > 0$$

c) *Le surplus des consommateurs :*

On détermine que

$$\text{Sign} \left(\frac{\partial Q_{spu}^{NC}}{\partial n} \right) = \text{Sign} \left(2\gamma_{pr}(n+1)^2 - n^2 \alpha^2 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} - 2n^2 + 3\beta(2n+1) + \beta^2(2(n-1)(2n^2 - n - 1)) \right)$$

A partir du calcul du discriminant, on détermine que $\Delta < 0$, c'est à dire que $\frac{\partial Q_{spu}^{NC}}{\partial n}$ est du signe de $a > 0$. En conséquence

$$\frac{\partial Q_{spu}^{NC}}{\partial n} > 0$$

2) Concernant le scénario coopératif :

a) *Le niveau de recherche du secteur privé :*

On peut montrer que $\frac{\partial x_{spu}^C}{\partial n}$ est du même signe que

$$\gamma_{pr}(2\beta(3+2n-n^2) - 4(n+1)) - \alpha^2 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} (\beta(2+2n-n^2) - 2(n+1)) + 2\beta(1+\beta(n-1))^2$$

A partir du calcul du discriminant, on prouve que $\frac{\partial x_{spu}^C}{\partial n}$ est du signe de a , c'est à dire que

$$\frac{\partial x_{spu}^C}{\partial n} < 0$$

b) *Le niveau de recherche publique :*

Là aussi, on peut déterminer que

$$\text{Sign} \left(\frac{\partial x_{pub}^C}{\partial n} \right) = \text{Sign} \left(\gamma_{pr}(n+1) + (1 + \beta(n-1))(n^2 + n - 1 - \beta(n-1)(n+1)) \right)$$

Il est facile de démontrer que $n^2 + n - 1 - \beta(n-1)(n+1) > 0 \quad \forall \beta \in]0, 1]$ et $n > 2$, dès lors

$$\frac{\partial x_{pub}^C}{\partial n} > 0$$

c) *Le surplus des consommateurs :*

On détermine que

$$\text{Sign} \left(\frac{\partial Q_{spu}^C}{\partial n} \right) = \text{Sign} \left(2\gamma_{pr}(n+1)^2 - n^2\alpha^2 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} - 2(2n+1) + 4\beta(2n+1-n^2) + \beta^2(2(n-1)(3n+1)) \right)$$

A partir du calcul du discriminant, on détermine que $\Delta < 0$, c'est à dire que $\frac{\partial Q_{spu}^C}{\partial n}$ est du signe de $a > 0$. Par conséquent

$$\frac{\partial Q_{spu}^C}{\partial n} > 0$$

I.1.N Preuve du lemme 17 :

A partir du tableau 5.3, la maximisation des profits d'équilibre π_{spm}^{NC} et π_{spm}^C à partir du degré d'externalité publique donne :

$$\frac{\partial \pi^{NC}}{\partial \alpha} = -\frac{2\Omega'_\alpha \Omega}{\Omega^4} \left(2\gamma_{pr}(2(n+1)^2\gamma_{pu} - (n+2)\tau\psi) \right) A^2$$

Et :

$$\frac{\partial \pi^C}{\partial \alpha} = -\frac{2\Omega'_\alpha \Omega}{\Omega^4} \left(2\gamma_{pr}(2(n+1)^2\gamma_{pu} - (n+2)\psi^2) \right) A^2$$

avec $\Omega'_\alpha < 0$ and $\Omega > 0$.

On peut facilement démontrer que,

$$\text{Sign}\left(\frac{\partial \pi^{NC}}{\partial \alpha} - \frac{\partial \pi^C}{\partial \alpha}\right) = \text{Sign}((n+2)(-\tau\psi + \psi^2)) = \text{Sign}(-\tau + \psi) = \text{sign}(-(n-1) + 2\beta(n-1))$$

avec $\tau = n - \beta(n-1)$ et $\psi = 1 + \beta(n-1)$

En conséquence, on peut en conclure que :

- $\forall \beta > 0.5, \frac{\partial \pi^{NC}}{\partial \alpha} > \frac{\partial \pi^C}{\partial \alpha} > 0$
- $\forall \beta = 0.5, \frac{\partial \pi^{NC}}{\partial \alpha} = \frac{\partial \pi^C}{\partial \alpha} > 0$
- $\forall \beta < 0.5, \frac{\partial \pi^C}{\partial \alpha} > \frac{\partial \pi^{NC}}{\partial \alpha} > 0$

I.1.0 Preuve de la proposition 5.3 :

Pour les affirmations i), ii) et iii), les preuves sont directement obtenues à partir des équations 5.15 et 5.26. Pour l'affirmation iv), la dérivée de θ^{nc} et θ^c respectivement par rapport à n nous donne :

$$\frac{\partial(1 - \theta^{NC})}{\partial n} = \frac{\alpha^2 \gamma_{pr}}{F^2} \left((\beta(n-1)(4+n) - (n-2))(2(n+1)(1 + \beta(n-1)) - \beta n(n+2)) - n(n+2)(1 + \beta(n-1))(\beta(3+2n) - 1) \right)$$

lorsque $F = n(n+2)\alpha^2 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} + (\beta(n-1)(4+n) + (2-n))(1 + \beta(n-1))$

Le dénominateur de l'équation précédente étant positif ; dans ce cas le signe de la dérivée sera uniquement déterminée par le signe de son numérateur. En simplifiant, il découle

$$\text{Sign}\left(\frac{\partial \theta^{NC}}{\partial n}\right) =$$

$$\text{Sign}\left(\beta^2(n-1)(2(2n+1)(4+n) + n(n+2)(n-1)) - \beta 6((n-1)^2 - 3) + (n-2)^2 - 8\right)$$

C'est à dire

$\forall n > 4$, $\text{Sign}\left(\frac{\partial\theta^{NC}}{\partial n}\right)$ est strictement positif $\forall \beta \in (0, 1]$.

Lorsque $n \leq 4$, $\frac{\partial\theta^{NC}}{\partial n} > 0$ si et seulement si $\beta > \tilde{\beta}$ avec

$$\tilde{\beta} = \frac{6((n-1)^2 - 3) + \sqrt{36((n-1)^2 - 3)^2 - 4\beta^2(n-1)(2(2n+1)(4+n) + n(n+2)(n-1))((n-2)^2 - 8)}}{2(n-1)(2(2n+1)(4+n) + n(n+2)(n-1))}$$

La différenciation de θ^C par n donne également

$$\text{sign}\left(\frac{\partial\theta^C}{\partial n}\right) = \text{sign}(\beta(n+5) - 1)$$

La figure suivante illustre l'effet de n sur la distribution des financements publics entre les deux secteurs de recherche considérés.

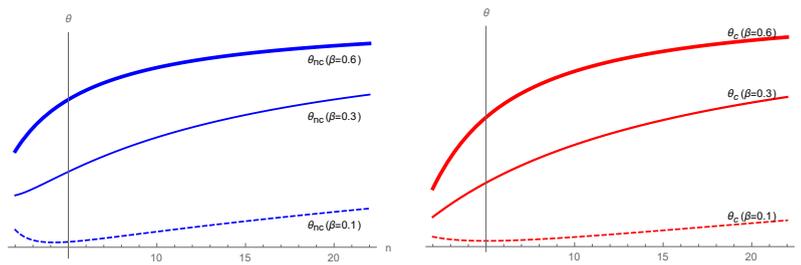


Figure A.5 – Effet de n sur le paramètre de distribution θ .

I.1.P Preuves de la proposition 5.4 :

A partir du tableau 4.17 et des équations 5.15 et 5.26, on peut remarquer que

$$\theta^{NC,C} = \frac{s^{*NC,C} \gamma_{pr} n x_{pr}^2}{s^{*NC,C} \gamma_{pr} n x_{pr}^2 + \gamma_{pu} x_{pub}^2} = \frac{s^{*nc,c} (1 + \beta(n-1))^2}{s^{*nc,c} (1 + \beta(n-1))^2 + n\alpha^2 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}}$$

et

$$(1 - \theta^{NC,C}) = \frac{n\alpha^2 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}}{s^{*nc,c} (1 + \beta(n-1))^2 + n\alpha^2 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}}$$

Ainsi, lorsque $s^{*NC} > (<) s^{*C}$, alors $(1 - \theta^{NC}) < (>) (1 - \theta^C)$ et $\theta^{NC} > (<) \theta^C$.

Or, d'après le lemme 15 on sait que, $s^{*NC} > (<)s^{*C}$ si et seulement si $\beta > (<)0.5$.

I.1.Q Preuves de la proposition 5.5 :

1) Entre les politiques SPU et SPM :

Concernant les comparaisons des politiques *SPU* et *SPM*, à savoir la première partie de la proposition, nous procéderons par étape, variable par variable. A partir des tableaux 4.17 et 5.3, on peut remarquer que :

a) Comparaisons de $x_{spu}^{NC}, x_{spu}^C, x_{spm}^{NC}$ et x_{spm}^C :

On peut détailler les dénominateurs des équations considérées comme suit

$$\left\{ \begin{array}{l} 0 < X_{spm} = \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(2\gamma_{pu}(n+1)^2 - n(n+2)\alpha^2)(1 - s^{NC}) - 2(n - \beta(n-1))(1 + \beta(n-1)) < \\ \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(2\gamma_{pu}(n+1)^2 - n(n+2)\alpha^2) - 2(n - \beta(n-1))(1 + \beta(n-1)) = X_{spu} \\ 0 < Y_{spm} = \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(2\gamma_{pu}(n+1)^2 - n(n+2)\alpha^2)(1 - s^C) - 2(1 + \beta(n-1))^2 < \\ \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(2\gamma_{pu}(n+1)^2 - n(n+2)\alpha^2) - 2(1 + \beta(n-1))^2 = Y_{spu} \end{array} \right.$$

Et par conséquent il en découle

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{spm}^{NC} = \frac{2(n-\beta(n-1))}{X_{spm}} A > \frac{2(n-\beta(n-1))}{X_{spu}} A = x_{spu}^{NC} \\ x_{spm}^C = \frac{2(1+\beta(n-1))}{Y_{spm}} A > \frac{2(1+\beta(n-1))}{Y_{spu}} A = x_{spu}^C \end{array} \right.$$

b) Comparaisons de $x_{pub|spu}^{NC}, x_{pub|spu}^C, x_{pub|spm}^{NC}$ et $x_{pub|spm}^C$:

On peut facilement démontrer que

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{pub|spm}^{NC} > x_{pub|spu}^{NC} \Leftrightarrow \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} \frac{n(n+2)\alpha(1-s)}{X_{spm}} A > \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} \frac{n(n+2)\alpha}{X_{spu}} A \Leftrightarrow 2s(1 + \beta(n-1))(n - \beta(n-1)) > 0 \\ x_{pub|spm}^C > x_{pub|spu}^C \Leftrightarrow \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} \frac{n(n+2)\alpha(1-s)}{Y_{spm}} A > \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} \frac{n(n+2)\alpha}{Y_{spu}} A \Leftrightarrow 2s(1 + \beta(n-1))^2 > 0 \end{array} \right.$$

ceci est toujours strictement vérifié. On peut alors conclure que

$$x_{pub|spm}^{C,NC} > x_{pub|spu}^{C,NC} \quad \forall \beta \in]0, 1]$$

c) Comparaisons de Q_{sps}^{NC} , Q_{sps}^C , Q_{spm}^{NC} et Q_{spm}^C :

On peut remarquer que

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_{spm}^{NC} > Q_{sps}^{NC} \Leftrightarrow \frac{2n\gamma_{pr}(n+1)(1-s)}{X_{spm}} A > \frac{2n\gamma_{pr}(n+1)}{X_{sps}} A \Leftrightarrow 2ns(1 + \beta(n-1))(n - \beta(n-1)) > 0 \\ Q_{spm}^C > Q_{sps}^C \Leftrightarrow \frac{2n\gamma_{pr}(n+1)(1-s)}{Y_{spm}} A > \frac{2n\gamma_{pr}(n+1)}{Y_{sps}} A \Leftrightarrow 2ns(1 + \beta(n-1))^2 > 0 \end{array} \right.$$

ce qui est toujours vérifié.

Dès lors, on en conclut :

- $Q_{spm}^{NC} > Q_{sps}^{NC} \forall \beta \in]0, 1]$
- $Q_{spm}^C > Q_{sps}^C \forall \beta \in]0, 1]$

d) Comparaisons de π_{sps}^{NC} , π_{sps}^C , π_{spm}^{NC} et $\pi^C|_{spm}$:

On peut remarquer que

$$\begin{aligned} \pi_{spm}^{NC} &= \frac{4\gamma_{pr}(1-s)((n+1)^2(1-s) - (n - \beta(n-1))^2)}{(X_{spm})^2} A^2 > \\ & \frac{4\gamma_{pr}(1-s)((n+1)^2(1-s) - (1 + \beta(n-1))^2)}{(Y_{spm})^2} A^2 = \pi^C|_{spm} \end{aligned}$$

Cette inégalité est vérifiée si

$$X_{spm} < Y_{spm} \Leftrightarrow n - \beta(n-1) < 1 + \beta(n-1) \Leftrightarrow \beta > 0.5$$

et

$$\begin{aligned} 4\gamma_{pr}(1-s)((n+1)^2(1-s) - (n - \beta(n-1))^2) &> 4\gamma_{pr}(1-s)((n+1)^2(1-s) - (1 + \beta(n-1))^2) \\ &\Leftrightarrow n - \beta(n-1) < 1 + \beta(n-1) \Leftrightarrow \beta > 0.5 \end{aligned}$$

Dès lors, on en conclut que

- $\pi_{spm}^{NC} < \pi_{spm}^C$ si $\beta < 0.5$
- $\pi_{spm}^{NC} = \pi_{spm}^C$ si $\beta = 0.5$

$$— \pi_{spm}^C > \pi_{spm}^{NC} \quad \text{si } \beta > 0.5$$

Concernant plus particulièrement les comparaisons entre les politiques *SPU* et *SPM*, on vérifie sous mathématica que

$$— \pi_{spm}^{NC} > \pi_{spu}^{NC} \forall \beta \in]0, 1]$$

$$— \pi_{spm}^C > \pi_{spu}^C \forall \beta \in]0, 1]$$

e) Comparaisons de SW_{spm}^{NC} , SW_{spu}^C , SW_{spm}^{NC} et SW_{spm}^C :

On détermine tout d'abord la différence suivante concernant le scénario *NC*

$$SW_{spm}^{NC} - SW_{spu}^{NC} =$$

$$\gamma_{pr} n \left(\frac{(n+2)}{Z - (2+n)(1+\beta(n-1))^2} - \frac{((n+2)Z - 4(n-\beta(n-1))^2)}{(Z - 2(n-\beta(n-1))(1+\beta(n-1)))^2} \right) A^2$$

avec $Z = \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} (2\gamma_{pu}(n+1)^2 - n(n+2)\alpha^2) > 0$

On peut aisément montrer que

$$\text{Sign}(SW_{spm}^{NC} - SW_{spu}^{NC}) =$$

$$\text{Sign} \left((n+2)(Z - 2\tau\psi)^2 - ((n+2)Z - 4\tau^2) (Z - (n+2)\psi^2) \right)$$

$$= \text{Sign} \left(Z(2\tau - (n+2)\psi)^2 \right) > 0$$

avec $\tau = n - \beta(n-1)$ and $\psi = 1 + \beta(n-1)$

On peut en déduire ainsi que

$$SW_{spm}^{NC} > SW_{spu}^{NC}$$

Dans un second temps, procédons à cette comparaison concernant le scénario *C* en commençant par le calcul de la différence

$$SW_{spm}^C - SW_{spu}^C =$$

$$\gamma_{pr} n \left(\frac{(n+2)}{Z - (2+n)\psi^2} - \frac{((n+2)Z - 4\psi^2)}{(Z - 2\psi^2)^2} \right) A^2$$

On démontre aisément que

$$\text{Sign}(SW_{spm}^C - SW_{spu}^C) = \text{Sign}(n^2 Z \psi^2) > 0$$

Par conséquent, on en conclut que $SW_{spm}^C > SW_{spu}^C$

2) Entre les politiques SPM et SPR :

A partir des tableaux 3.7 et 5.3, on peut comparer les dénominateurs des équations considérées comme suit, $\forall \beta$ et $\alpha \in]0, 1]$:

$$Y_{spm} = 2\gamma_{pr}(n+1)^2 - n(n+2)\alpha^2 \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}} - (n+2)(1+\beta(n-1))^2 \leq$$

$$2\gamma_{pr}(n+1)^2 - (n+2)(1+\beta(n-1))^2 = Y_{spr} > 0$$

Il nous reste alors à détailler les comparaisons suivantes.

a) *Concernant les niveaux de R&D des entreprises :*

On peut directement conclure que

$$x_{spm}^{C,NC} = \frac{(n+2)(1+\beta(n-1))A}{Y_{spm}} \geq \frac{(n+2)(1+\beta(n-1))A}{Y_{spr}} = x_{spr}^{C,NC}$$

b) *Concernant le volume total de recherche :*

On peut facilement démontrer que comme

$$x_{spm}^{C,NC} = \frac{(n+2)(1+\beta(n-1))A}{Y_{spm}} \geq \frac{(n+2)(1+\beta(n-1))A}{Y_{spr}} = x_{spr}^{C,NC}$$

Alors, par construction

$$XT_{spm}^{C,NC} = nx_{spm}^{C,NC} + x_{pub}^{C,NC} \geq nx_{spr}^{C,NC} = XT_{spr}^{C,NC}$$

c) *Concernant le surplus des consommateurs :*

On peut une fois encore directement conclure que

$$Q_{spm}^{C,NC} = \frac{2n\gamma_{pr}(n+1)A}{Y_{spm}} \geq \frac{2n\gamma_{pr}(n+1)A}{Y_{spr}} = Q_{spr}^{C,NC}$$

d) *Concernant les surpluses des producteurs :*

On peut aisément démontrer que

$$\begin{cases} \pi_{spm}^{NC} = \frac{2\gamma_{pr}Z}{Y_{spm}^2} \geq \frac{2\gamma_{pr}Z}{Y_{spr}^2} = \pi_{spr}^{NC} \\ \pi_{spm}^C = \frac{2\gamma_{pr}(2\gamma_{pr}(n+1)^2 - (n+2)(1+\beta(n-1))^2)A^2}{Y_{spm}^2} \geq \frac{2\gamma_{pr}(2\gamma_{pr}(n+1)^2 - (n+2)(1+\beta(n-1))^2)A^2}{Y_{spr}^2} = \pi_{spr}^C \end{cases}$$

Avec $Z = 2\gamma_{pr}(n+1)^2 - (n+2)(n-\beta(n-1))(1+\beta(n-1))A^2$

e) *Concernant le bien-être social :*

Une fois n'est pas coutûme, nous pouvons directement démontrer que

$$SW_{spm}^{C,NC} = \frac{n(n+2)\gamma_{pr}A^2}{Y_{spm}} \geq \frac{n(n+2)\gamma_{pr}A^2}{Y_{spr}} = SW_{spr}^{C,NC}$$

I.1.Q.1 Preuves de la proposition 5.6 :

A partir du tableau 5.3, nous pouvons procéder aux calculs suivants.

1) *Concernant le niveau de R&D d'équilibre de chaque entreprise :*

On peut démontrer que

$$\text{Sign} \left(\frac{\partial x_{spm}}{\partial n} \right) = \text{Sign} (X\beta^2 + Y\beta - Z)$$

avec $X = (3(n-1)(n+2)$, $Y = \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(2\gamma_{pu}(n+1)(n+5) - (n+2)^2\alpha^2) - (n-4)(n+2)$
et $Z = \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(2\gamma_{pu}(n+1)(n+3) - (n+2)^2\alpha^2) + (n+2)$

A partir de ce polynôme en β , on peut démontrer qu'il existe une racine, à savoir $\bar{\beta} \in]0, 1]$ pour laquelle ce dernier s'annule.

On en conclut que $\frac{\partial x_{spm}}{\partial n} \geq (\leq) 0$ si et seulement si $\beta \geq (\leq) \bar{\beta}$.

2) *Concernant le niveau de recherche du secteur public :*

On peut démontrer que

$$\text{Sign} \left(\frac{\partial x_{pub}}{\partial n} \right) =$$

$$\text{Sign} \left(((n+2)^2(n+1)(n-1))\beta^2 + 2(n+2)^2\beta + 4\gamma_{pr}(n+1) - (n+2)^2 \right)$$

Le déterminant associé à ce polynôme est donc

$$\Delta_1 = 4(n+2)^2 \left((n+2)^2 - 4\gamma_{pr}(n+1)^2(n-1) \right) < 0 \quad \forall \quad n > 2$$

De ce fait, le polynôme est du signe du facteur de β^2 , il est donc toujours positif. Par conséquent, on tire de ce résultat que

$$\frac{\partial x_{pub}^{C,NC}}{\partial n} > 0$$

3) *Concernant le surplus des consommateurs :*

On peut facilement prouver que

$$\text{Sign} \left(\frac{\partial Q_{spm}}{\partial n} \right) =$$

$$\text{Sign} \left((n-1) \left(n(n^2 + 3n + 6) + 2 \right) \beta^2 + (4(2n-1)) \beta + 2\gamma_{pr}(n+1)^2 - n^2\alpha^2 - (n^2 + 4n + 2) \right)$$

Là-encore, en raison de la condition locale de stabilité, nous pouvons déterminer que

$$2\gamma_{pr}(n+1)^2 \geq n^2\alpha^2 + (n^2 + 4n + 2)$$

Et de même, en conclure que

$$\frac{\partial Q_{spm}^{C,NC}}{\partial n} < 0$$

4) *Concernant le bien-être :*

Il est aisément déterminé que comme pour le niveau de recherche publique,

$$\text{Sign} \left(\frac{\partial SW_{spm}}{\partial n} \right) =$$

$$\text{Sign} \left(((n+2)^2(n+1)(n-1))\beta^2 + 2(n+2)^2\beta + 4\gamma_{pr}(n+1) - (n+2)^2 \right)$$

On peut directement en conclure que

$$\frac{\partial SW_{spm}^{C,NC}}{\partial n} > 0$$

Table des matières

Avertissement	3
Résumé	5
Remerciements	7
Introduction générale	11
I Mises en perspective théorique et empirique des politiques de soutien à l'innovation	19
Introduction première partie	21
Chapitre 1: Fondements théoriques des politiques de soutien à la R&D	23
1.1 Défaillances de marché	25
1.1.1 Le bien collectif	25
1.1.2 Les externalités de connaissance	26
1.1.3 Asymétrie d'information et incertitude	28
1.2 Premier instrument : la protection de l'innovation	30
1.2.1 La protection juridique : le brevet	30
1.2.2 La protection informelle : le secret	34
1.3 Second instrument : la subvention	36
1.3.1 La subvention directe	37
1.3.2 La subvention indirecte	40
1.4 Troisième instrument : la coopération comme moyen d'internaliser les externalités	44
1.5 Dernier instrument : la place de la recherche publique et le capital humain spécialisé	52

Chapitre 2: La mise en place des pôles de compétitivité	59
2.1 La politique des <i>clusters</i>	62
2.1.1 La théorie Porterienne et ses implications	62
2.1.2 Un tour d’horizon des clusters chez nos homologues occidentaux	65
2.1.3 L’expérience Française : un concept plus ambitieux ?	67
2.2 La mise en place des pôles de compétitivité	73
2.2.1 La genèse politique	73
2.2.2 Le lancement	74
2.2.3 La poursuite de l’expérience	82
2.3 Le dispositif financier associé	85
2.4 Les autres politiques de soutien à l’innovation	88
2.5 Evaluation de la performance	91
2.5.1 Difficulté d’étudier la performance des Pôles de compétitivité .	91
2.5.2 Quelques chiffres clés	93
2.5.3 Une approche à partir des grands axes stratégiques	97
Conclusion première partie	103
II Les politiques de financement de la R&D : fondements théoriques et comparaisons	105
Introduction seconde partie	107
Chapitre 3: Politique de subvention de la recherche privée : coopération vs non-coopération	109
3.1 Une recherche non-subsventionnée	111
3.1.1 Scénario non-coopératif sans subvention	112
3.1.1.1 Quantités optimales	113
3.1.1.2 Niveaux de R&D	114
3.1.1.3 Résultats d’équilibre de Nash Parfait en sous-jeu (<i>ENPS</i>)	115
3.1.2 Scénario coopératif sans subvention	116
3.1.2.1 La coordination des efforts	116
3.1.2.2 Le "laboratoire commun" (Joint lab, J)	117
3.1.3 Comparaison des scénarios de R&D non-subsventionnée	119
3.2 Une recherche subsventionnée (SPR)	123
3.2.1 Le scénario non-coopératif avec subvention	123
3.2.2 Le scénario coopératif avec subvention	126
3.2.2.1 La coordination des efforts avec subvention	127

3.2.2.2	Le laboratoire commun (Joint Lab) avec subvention	129
3.3	Comparaison des scénarios de R&D subventionnée	132
3.4	Coopération versus subvention	138
3.5	Généralisation à n firmes	138
3.5.1	Le scénario non-coopératif avec subvention	140
3.5.2	Le scénario coopératif avec subvention	143
3.5.3	Comparaisons des oligopoles coopératifs et non-coopératifs subventionnés :	145
3.6	Prise en compte d'une taxe permettant de financer la subvention	149
3.6.1	Une taxation sur les profits des firmes.	149
3.6.2	Une taxation sur les quantités.	151
3.6.3	Discussion concernant la question du financement de la politique publique de soutien à la recherche.	153
 Chapitre 4: Politique de financement de la recherche publique : coopération vs non-coopération		161
4.1	Le cadre théorique en présence d'un acteur public de la recherche	164
4.2	Le scénario non-coopératif en présence d'un acteur public de la recherche	167
4.2.0.1	Quantités optimales	167
4.2.0.2	Niveaux privés et public de R&D	168
4.3	Scénario coopératif en présence d'un acteur public de la recherche	172
4.3.1	La coordination des efforts de R&D en présence d'un acteur public de la recherche	172
4.3.2	Le laboratoire commun (J) en présence d'un acteur public de la recherche	175
4.3.2.1	Quantités optimales	176
4.3.2.2	Efforts de R&D	176
4.3.2.3	L'équilibre parfait de Nash en sous-jeux :	177
4.4	Comparaisons	178
4.4.1	Comparaison des scénarios coopératif et non-coopératif en présence d'un acteur public de la recherche	178
4.4.2	Coopération versus présence d'un acteur public de la recherche	185
4.4.3	Comparaison des politiques publiques d'aide à l'innovation.	185
4.4.4	Généralisation à n firmes	190
 Chapitre 5: Politique mixte de financement de la recherche : coopération vs non-coopération		195
5.1	Cadre d'analyse de la politique de financement mixte	198

TABLE DES MATIÈRES

5.2	Le scénario mixte non-coopératif	200
5.2.0.1	Efforts de R&D	201
5.2.0.2	Subvention optimale	203
5.3	Le scénario mixte coopératif	206
5.3.0.1	Efforts de R&D	207
5.3.1	Subvention optimale du scénario coopératif	208
5.4	Comparaisons	211
5.4.1	Comparaisons entre les différents scénarios : C et NC	211
5.4.2	Discussion de la répartition d'équilibre du budget public destiné à soutenir la R&D	214
5.4.3	Comparaisons de l'efficacité relative des différentes politiques étudiées : <i>SPR</i> , <i>SPU</i> et <i>SPM</i>	220
5.4.4	Discussion en fonction du nombre de firmes sur le marché	222
	Conclusion seconde partie	227
	Conclusion générale	229
	Référence bibliographique	233
	Annexes	255
I.1.A	Preuves de la proposition 3.1 :	255
I.1.B	Preuve de la proposition 3.2	257
I.1.C	Preuves des lemmes 1 et 3 :	259
I.1.D	Preuves des lemmes 4 et 5	261
I.1.E	Démonstration de la section <i>SPR</i> avec taxe sur les quantités :	262
I.1.F	Preuves de la proposition 4.1	265
I.1.G	Preuves de la proposition 4.2	269
I.1.H	Preuves du lemme 13 :	271
I.1.I	Preuves de la proposition 4.3 :	272
I.1.J	Preuves de la proposition 4.4 :	274
I.1.K	Généralisation à n firmes de la politique <i>SPU</i> :	278
I.1.L	Preuves des propositions 4.5 et 4.6 :	281
I.1.M	Preuves des proposition 4.7 :	283
I.1.N	Preuve du lemme 17 :	285
I.1.O	Preuve de la proposition 5.3 :	286
I.1.P	Preuves de la proposition 5.4 :	287
I.1.Q	Preuves de la proposition 5.5 :	288

I.1.Q.1 Preuves de la proposition 5.6 :	292
Table des matières	299

Liste des tableaux et des figures

2.1	Intentions de financements de projets collaboratifs de R&D des principaux organismes publics financeurs. (Source : Direction générale des entreprises)	86
2.2	Membres des pôles. (Source : Direction générale des entreprises)	94
2.3	L'emploi dans les pôles. (Source : Direction générale des entreprises)	95
2.4	Performances à l'exportation. (Source : Direction générale des entreprises)	101
3.1	Output individuel de R&D, output total de R&D, surplus des consommateurs, profit individuel, surplus total. $A = (a - c)$, $X = 9\gamma_{pr} - (2 - \beta)(1 + \beta)$, $Y = 9\gamma_{pr} - (1 + \beta)^2$	119
3.2	Output total de R&D, surplus des consommateurs, profit individuel et surplus total (avec $\gamma_{pr} = 1$).	122
3.3	Subvention optimale, output individuel de R&D, output total de R&D, surplus des consommateurs, profit individuel, surplus total. $A = (a - c)$, $X = 9\gamma_{pr} - 2(1 + \beta)^2$, $Y = 9\gamma_{pr} - 4$	132
3.4	Coût social de la politique SPR (pour $\gamma_{pr} = 1$).	133
3.5	Output total de R&D, surplus des consommateurs, profit individuel et surplus total (avec $\gamma_{pr} = 1$).	139
3.6	Subvention optimale, output individuel de R&D, montant total de R&D, surplus des consommateurs, profit individuel, surplus total avec n firmes. $A = (a - c)$, $X = \gamma_{pr}(n + 1)^2 - (n - \beta(n - 1))(1 + \beta(n - 1))$, $Y = \gamma_{pr}(n + 1)^2 - (1 + \beta(n - 1))^2$	147
3.7	Subvention optimale, output individuel de R&D, output total de R&D, surplus des consommateurs, profit individuel, surplus total avec n firmes. $A = (a - c)$, $Z = 2\gamma_{pr}(n + 1)^2 - (n + 2)(1 + \beta(n - 1))^2$	148
3.8	Taxation sur les profits, subvention optimale, output individuel de R&D, output total de R&D, surplus des consommateurs, profit individuel, surplus total. $A = (a - c)$, $V = 9\gamma_{pr} - 2(1 + \beta)^2$, $W = 9\gamma_{pr} - 4$	151

3.9	Taxation sur les quantités, subvention optimale, output individuel de R&D, output total de R&D, surplus des consommateurs, profit individuel, surplus total. $A = (a - c)$, $X = 9\gamma_{pr} - 2(1 + \beta)$, $Y = 27\gamma_{pr} - 4(1 + \beta)^2$, $Z = 27\gamma_{pr} - 8$	153
3.10	Output total de recherche en fonction des cas NC, C et J (pour $\gamma_{pr} = 1$).	158
3.11	Output total de production en fonction des cas NC, C et J (avec $\gamma_{pr} = 1$).	158
3.12	Surplus du producteur en fonction des cas NC, C et J (pour $\gamma_{pr} = 1$).	159
3.13	Surplus total en fonction des cas NC, C et J (pour $\gamma_{pr} = 1$).	159
4.1	Output privé de R&D, Output public de R&D, output total de R&D, surplus des consommateurs, profit individuel, surplus total $A = (a - c)$, $X = \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - (2 - \beta)(1 + \beta)$, $Y = \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - (1 + \beta)^2$, $Z = \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(9\gamma_{pu} - 4\alpha^2) - 2$	178
4.2	Coût social de la politique SPU avec $\alpha = 1$ et $\gamma_{pr} = \gamma_{pu} = 1$).	182
4.3	Mesure de l'efficacité de la politique SPU avec $\alpha = 1$ et $\gamma_{pr} = \gamma_{pu} = 1$).	182
4.4	Output individuel de R&D privée avec $\alpha = 1$ et $\gamma_{pr} = \gamma_{pu} = 1$	184
4.5	Output public de R&D avec $\alpha = 1$ et $\gamma_{pr} = \gamma_{pu} = 1$	184
4.6	Output total de R&D avec $\alpha = 1$ et $\gamma_{pr} = \gamma_{pu} = 1$	184
4.7	Output total avec $\alpha = 1$ et $\gamma_{pr} = \gamma_{pu} = 1$	184
4.8	Profit individuel avec $\alpha = 1$ et $\gamma_{pr} = \gamma_{pu} = 1$	184
4.9	Bien-être social avec $\alpha = 1$ et $\gamma_{pr} = \gamma_{pu} = 1$	184
4.10	Comparaison des niveaux de recherche totale avec $\alpha = 1$ et $\gamma_{pr} = \gamma_{pu} = 1$	187
4.11	Surplus des consommateurs en C avec $\alpha = 1$ et $\gamma_{pr} = \gamma_{pu} = 1$	189
4.12	Surplus des producteurs en C avec $\alpha = 1$ et $\gamma_{pr} = \gamma_{pu} = 1$	189
4.13	Surplus total en C avec $\alpha = 1$ et $\gamma_{pr} = \gamma_{pu} = 1$	189
4.14	Surplus des consommateurs en J avec $\alpha = 1$ et $\gamma_{pr} = \gamma_{pu} = 1$	189
4.15	Surplus des producteurs en J avec $\alpha = 1$ et $\gamma_{pr} = \gamma_{pu} = 1$	189
4.16	Surplus total en J avec $\alpha = 1$ et $\gamma_{pr} = \gamma_{pu} = 1$	189
4.17	Output public de recherche, output privé de R&D, montant total de R&D, surplus des consommateurs, profit individuel, surplus total avec N firmes $A = (a - c)$, $X = \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(2\gamma_{pu}(n + 1)^2 - n(n + 2)\alpha^2) - 2(n - \beta(n - 1))(1 + \beta(n - 1))$, $Y = \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(2\gamma_{pu}(n + 1)^2 - n(n + 2)\alpha^2) - 2(1 + \beta(n - 1))^2$	194
5.1	Distribution des financements publics à la R&D entre les secteurs public et privé. (Source : OCDE.Stat 2012)	197
5.2	Part des financements publics allouée au secteur privé de la recherche avec $\alpha = 1$ ($n = 2$).	217

5.3	Subvention optimale, output public de recherche, output privé de R&D, surplus des consommateurs, profit individuel, surplus total avec N firmes $A = (a - c)$, $\Omega = \frac{\gamma_{pr}}{\gamma_{pu}}(2(n + 1)^2\gamma_{pu} - n(n + 2)\alpha^2) - (2 + n)(1 + \beta(n - 1))^2$	226
A.1	$\bar{\beta}_1$	256
A.2	$\bar{\beta}_2$	256
A.3	$\bar{\beta}_4$	258
A.4	$\bar{\beta}_4$	260
A.5	Effet de n sur le paramètre de distribution θ	287

