

RAPPORT DE RECHERCHE

Caractérisation et performances des thèses Cifre



MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT
SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



PSL



anRT
ASSOCIATION NATIONALE
RECHERCHE TECHNOLOGIE

**LE POUVOIR DE
L'INTELLIGENCE
COLLECTIVE**

/ 2023

Quentin PLANTEC – Professeur Assistant à TBS Education, département Stratégie, Entrepreneuriat & Innovation

Benjamin CABANES – Enseignant-Chercheur à l'IHEIE, Mines Paris – PSL

Pascal LE MASSON – Professeur au Centre de Gestion Scientifique (CGS), Mines Paris – PSL, i3 UMR CNRS

Benoît WEIL – Professeur au Centre de Gestion Scientifique (CGS), Mines Paris – PSL, i3 UMR CNRS

AVANT PROPOS



Ce travail de recherche s'appuie sur une collaboration fructueuse entre Association Nationale de la Recherche et de la Technologie (ANRT) et l'Ecole des Mines de Paris - Université Paris Sciences et Lettres (PSL), avec le soutien de TBS Education.

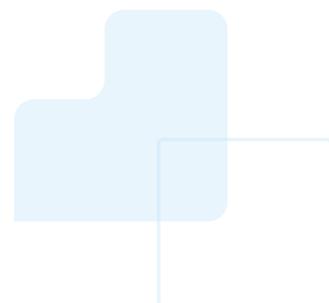
En particulier, nous tenons à remercier ici Clarisse Angelier, Pascal Giat et Pierre Bitard de l'ANRT pour avoir initié cette collaboration, et pour les échanges réguliers et constructifs sur nos avancements. Nous tenons également à remercier Nadège Bouquin et Violette Nemessany pour leur aide précieuse dans la diffusion et la valorisation de nos travaux en particulier pour avoir permis la présentation de nos travaux au Collège de France pour les 40 ans du dispositif Cifre.

Nous souhaitons également remercier les chercheurs et organisations membres de la Chaire Théories et Méthodes de la Conception Innovante (TMCI) qui ont contribué à ces travaux par des retours pertinents et fructueux, et plus particulièrement Armand Hatchuel et Maxime

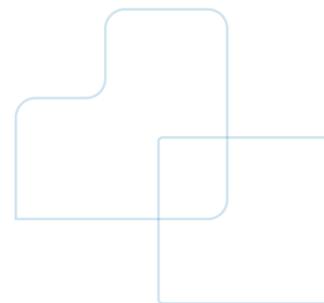
Thomas. Nous remercions également plus largement les chercheurs du Centre de Gestion Scientifique (CGS) - laboratoire i3 CNRS de Mines Paris - PSL et du Département Stratégie, Entrepreneuriat et Innovation de TBS Education. Nous remercions également l'INPI pour son soutien et plus particulièrement Nicolas Sennequier, Frédéric Caillaud et Ingrid Lamoureux.

Ces recherches ont bénéficié de précieux retours lors de nos présentations dans les conférences académiques R&D Management Conference 2019 et Academy of Management 2021, dont nous remercions les participants.

Enfin, nous tenons remercier tout particulièrement les trois ingénieurs de recherche mobilisés pour ces travaux et dont l'engagement et la rigueur ont été des clés de la réussite de ce projet : Maureen Vagneron, Amaury Cordier et Paul Noiret.



EQUIPE DE RECHERCHE



QUENTIN PLANTEC, Normalien, est titulaire d'une thèse en Sciences de Gestion de l'Ecole des Mines de Paris – PSL (en partenariat avec l'INPI) et d'un Master 2 de l'Ecole Polytechnique. Quentin est Professeur Assistant dans l'équipe Stratégie, Entrepreneuriat & Innovation de TBS Education. Il mène des travaux de recherche dans le domaine du management de la R&D. Il enseigne la stratégie d'entreprise, le management de l'innovation et l'entrepreneuriat.



BENJAMIN CABANES est enseignant-chercheur en sciences de gestion à l'Institut des Hautes Etudes pour l'Innovation et l'Entrepreneuriat (IHEIE) de Mines Paris - PSL. Il enseigne le management de l'innovation et l'ingénierie de la conception à l'Ecole Polytechnique, à l'Ecole des Ponts ParisTech et à Mines Paris - PSL. Ses recherches portent sur le management de la R&D, le développement de nouveaux produits et le management des ressources humaines de la R&D.



PASCAL LE MASSON est professeur à MINES Paris - PSL, chaire de Théorie et Méthodes de la Conception Innovante, directeur adjoint du Centre de Gestion Scientifique-i3 U MR C NRS 9 217 et co-responsable de l'option Ingénierie de la Conception. Ses travaux sur la théorie de la conception et la gestion de l'innovation ont donné lieu à de nombreuses publications scientifiques et ont été régulièrement primés. Il est membre de plusieurs conseils scientifiques d'entreprises ou d'institutions publiques. Il co-dirige le Special Interest Group de Design Theory de la Design Society.

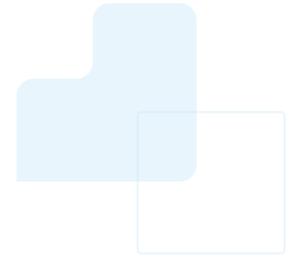


BENOIT WEIL est professeur à MINES Paris – PSL. Il est co-responsable de la chaire Théorie et Méthodes de la Conception Innovante, co-responsable de l'option Ingénierie de la Conception MINES ParisTech – PSL, et directeur adjoint du Centre de Gestion Scientifique-i3 UMR CNRS 9217. Il enseigne les sciences de la conception et les sciences de gestion. Ses travaux de recherche portent sur la modélisation des raisonnements de conception, l'organisation et la gestion des activités de conception.

SOMMAIRE



AVANT PROPOS	3
EQUIPE DE RECHERCHE	4
SOMMAIRE	5
SYNTHESE DES TRAVAUX	6
RAPPORT DE RECHERCHE	10
1. CONTEXTE	11
1.1 L'ANRT	11
1.2 Le dispositif Cifre	12
2. ETAT DE L'ART DU DOCTORAT COLLABORATIF SCIENCE – INDUSTRIE	13
2.1 Définition du doctorat collaboratif science – industrie dans la littérature et thématiques couvertes par les sciences de gestion	13
2.1.1 Définition partagée du doctorat collaboratif science – industrie	13
2.1.2 Principales thématiques abordées par la littérature en sciences de gestion	14
2.2 Variété des doctorats collaboratifs science – industrie	15
2.2.1 Stratégies de recherche	15
2.2.2 Types de collaborations	15
2.3 Performances des doctorats collaboratifs science – industrie	16
3. METHODOLOGIE DE RECHERCHE	17
3.1 Intérêt d'étudier le dispositif Cifre	17
3.2 Processus de recherche	18
3.2.1 Phase 1 - Pré-étude	18
3.2.2 Phase 2 – Etude de 635 thèses Cifre	18
3.2.3 Phase 3 – Valorisation des résultats	19
3.3 Matériau empirique et données	19
3.4 Codage des stratégies de recherche et des modes de collaboration	20
3.4.1 Processus de classification	20
3.4.2 Critères de classification de la stratégie de recherche	21
3.4.3 Critère de classification du mode de collaboration	21
4. RESULTATS	23
4.1 Archétypes de thèses Cifre	23
4.1.1 Étude descriptive des stratégies de recherche	23
4.1.2 Étude descriptive des modes de collaboration	27
4.1.3 Matrice de synthèse des archétypes de thèses Cifre	28
4.1.4 Analyses qualitatives des stratégies de recherche à partir des caractéristiques des organisations et du déroulé de la thèse	29
4.2 Performances des thèses Cifre en fonction de la stratégie de recherche	30
4.2.1 Analyse d'impact des proxys classiques	30
4.2.2 Analyses qualitatives des performances	30
5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES	33
BIBLIOGRAPHIE	35



SYNTHÈSE DES TRAVAUX



Le dispositif Cifre permet à une entreprise de bénéficier **d'une aide financière pour recruter un jeune doctorant et lui confier la conduite de travaux de recherche constituant l'objet de sa thèse**. Les travaux sont encadrés par un laboratoire public de recherche et conduisent à une soutenance d'une thèse. Le dispositif a été fondé en 1981 et a touché 9,000 entreprises françaises et 4,000 équipes de recherche. Aujourd'hui, plus de 1600 nouvelles thèses Cifre sont lancées chaque année (soit ~ 10% des thèses en France sur financement propre) auprès de près d'un millier d'organisations différentes, quelles que soient les disciplines (sciences du vivant et de la matière, sciences humaines et sociales). Le dispositif est financé par le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche (MESR) qui en confie à l'ANRT la gestion. Il est à noter que la Cour des Comptes (2018) et le Rapport pour la Réindustrialisation de la France (2022) ont récemment souligné l'intérêt des Cifre dans l'écosystème de recherche et d'innovation français. Il est à ce titre prévu une **augmentation progressive du nombre de thèses Cifre financées dans le cadre de la LPR avec + de 50% d'ici à 2027** par rapport à 2019.

Malgré le nombre important de thèses Cifre financées, et plus largement de l'ampleur des doctorats collaboratifs science – industrie en Europe, **il existe peu d'études internationales sur les performances et les spécificités de ce type de thèse**. Dans les rares travaux existants sur ce sujet, les doctorats collaboratifs science – industrie sont considérés comme une catégorie regroupant des thèses aux caractéristiques similaires, principalement pilotées par les industriels, orientées vers une logique de résolution de

problème et d'innovation incrémentale, plutôt que de recherche fondamentale. Ils sont également décrits comme focalisés sur le transfert de connaissances préexistantes dans un laboratoire de recherche vers une entreprise, œuvrant ainsi pour la valorisation de la recherche. Pourtant, des études de cas et des travaux récents semblent attester d'une plus grande richesse des projets de doctorats science – industrie (Cabanes, 2017 ; Cabanes, Le Masson et Weil, 2020 ; Klasing Chen et al., 2017) : **ils pourraient contribuer à l'exploration et favoriser des découvertes scientifiques et des innovations industrielles dans une logique qualifiée de « double impact »** (Plantec, 2021 ; Plantec et al., 2021).

Ainsi, **l'objet de cette étude est (1) d'identifier différents archétypes de thèses Cifre et (2) de qualifier leur impact en termes de capacité à favoriser des percées scientifiques et des innovations industrielles**, et ce potentiellement de façon simultanée (i.e., double impact).

L'équipe de recherche a d'abord mené une pré-étude avec un échantillon de 90 thèses Cifre¹. **L'étude a ensuite été étendue à 635 thèses Cifre toutes lancées en 2015¹**. Une méthode a été développée pour classer les thèses Cifre, en particulier selon leurs stratégies de recherche, afin de mieux comprendre la nature des travaux menés au cours de ces thèses. Ce codage manuel a conduit à **l'identification de trois principales stratégies de recherche :**

- **Disciplinaire** : développement de connaissances scientifiques dans une discipline donnée avec une question de recherche qui découle de la recherche académique ;

1- Dernière année disponible avec des thèses terminées au lancement de l'étude.

- **Développement d'un produit / service / procédé** : développement de connaissances scientifiques à partir de la résolution de problèmes industriels, en lien avec un produit, un service ou un procédé pré-existant dans l'organisation ou en phase d'industrialisation, avec perspective de commercialisation à la fin de la thèse ;
- **Exploratoire** : approches transdisciplinaires, champs d'innovation nouveaux, contextes d'innovation de rupture – approches nécessitant des travaux de recherche fondamentale et simultanément orientés vers une logique applicative.

Pour assurer la robustesse de l'approche, chaque thèse a été codée séparément (double-aveugle) avec l'appui de trois ingénieurs de recherche, puis les données ont été harmonisées. **Les données issues de la double-classification ont été croisées pour chacune de ces 635 thèses avec des données collectées par l'ANRT au lancement de la thèse** (qualité et effectifs de l'entreprise, du doctorant, du laboratoire, sujet de thèse, etc.) et **des questionnaires de fin de thèse complétés en 2018** par le (1) le responsable scientifique de l'entreprise, (2) le directeur de thèse et (3) le doctorant. Ces questionnaires comportent notamment des indicateurs sur le déroulé de la thèse (conflits éventuels, comités de pilotage, etc.) et les performances (nombre d'articles scientifiques, brevets, prix de thèse). La méthode développée, bien qu'exigeante et coûteuse à mettre en place, **permet de constituer des données uniques en croisant les intentions des acteurs pour le projet de recherche ex ante et les résultats obtenus avec le dispositif Cifre ex post.**

En première approche, l'étude des stratégies de recherche couplée à l'étude des modes de collaboration (co-création, pilotage par l'industriel, pilotage par le laboratoire académique) permet de rendre compte de la richesse des approches du double impact soutenues par le dispositif Cifre. En effet, **il favorise la co-création de connaissances scientifiques** (40% des projets) et **l'approche par la stratégie de recherche**

disciplinaire est majoritaire (60% des projets). Les couplages dits « classiques » (stratégie de développement de produits / services pilotée par l'industrie, et stratégie disciplinaire pilotée par le laboratoire) représentent seulement moins de 1/3 des cas de thèses Cifre. **La thèse Cifre peut aussi, favoriser l'exploration radicale de champs nouveaux, bien que cette catégorie soit sensiblement en retrait des deux autres** (~10%, à mettre en perspective avec les attendus standardisés d'une soutenance de thèse). Ces résultats appellent à réviser notre compréhension des collaborations science-industrie en montrant la très grande diversité des types de projets soutenus par le dispositif Cifre. Nos travaux permettent ainsi de s'appuyer sur une nouvelle matrice à neuf cases des projets de thèses Cifre (voir Figure 1, p. 9) afin de favoriser une meilleure compréhension des acteurs sur les types de projets couverts par ces thèses.

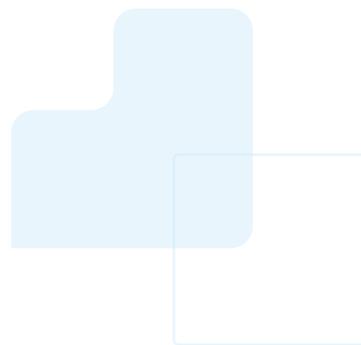
RÉSULTAT N°1

Le dispositif Cifre permet de soutenir **des projets de recherche qui favorisent des formes variées de double impact science - industrie**, mais dans lesquels les **logiques de co-création** (plutôt que de pilotage quasi-exclusif par l'un des acteurs) et les **stratégies de recherche allant au-delà de la simple amélioration des produits et services pré-existants dans l'organisation** sont majoritaires (i.e., disciplinaires et exploratoires).

APPORT POUR LES PRATICIENS N°1

Une matrice à neuf cases qui permet de mettre en lumière la richesse des formes de double impact permises par le dispositif Cifre et qui a pour objectif d'aider les praticiens à s'accorder sur les modalités du projet dans les phases préparatoires et de contractualisation (voir Figure 1, p. 9).

En deuxième approche, l'analyse des performances permet de mieux comprendre les conditions de réalisation du double impact. En recourant à des indicateurs classiques des performances scientifiques et industrielles (nombre de publications, nombre de brevets), nous montrons d'abord que les stratégies exploratoires apparaissent comme les plus performantes. En effet, elles dominent les autres **stratégies en termes de performances scientifiques, et égalent les performances industrielles des thèses orientées vers les produits ou services. Leur capacité à favoriser une logique de double impact simultané** est donc renforcée. Par ailleurs, nous montrons **qu'une stratégie de recherche basée sur les produits ou services conduit aux mêmes performances scientifiques qu'une thèse disciplinaire : il n'y a pas d'effet négatif sur les performances scientifiques.** Cela signifie que les doctorants engagés dans ce type de projets sont capables d'utiliser les produits et services sur lesquels ils travaillent comme un moyen de défixation contribuant à la performance scientifique du projet.



RÉSULTAT N°2

A/ Les thèses Cifre qui s'appuient sur une stratégie de recherche exploratoire, c'est-à-dire qui visent à développer de l'innovation radicale nécessitant d'adresser des questions de recherche fondamentale et/ou transdisciplinaire, conduisent aux performances de double impact les plus significatives.

B/ Les thèses Cifre dont l'objet de recherche principal est un produit, un procédé ou un service préexistant dans l'entreprise, conduisent à des performances scientifiques proches de celles qui s'appuient sur une stratégie plus classique disciplinaire.

APPORT POUR LES PRATICIENS N°2

Les thèses exploratoires doivent être encouragées et les décideurs publics peuvent s'appuyer sur ces résultats pour concevoir des moyens de les promouvoir.

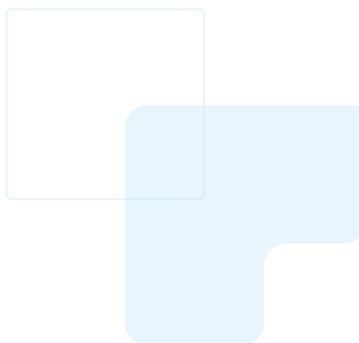
Cette étude ouvre ainsi des perspectives de recherche, mais aussi des voies nouvelles pour les praticiens et les décideurs publics pour piloter plus efficacement le dispositif Cifre. Ces travaux permettent également d'alimenter les réflexions sur la logique de recherche à double impact science – industrie.

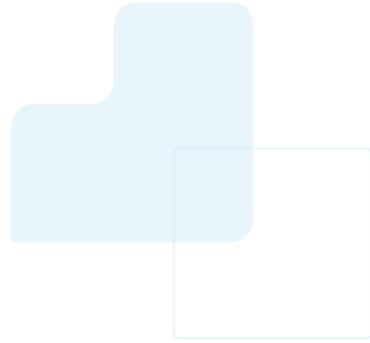
STRATÉGIES DE RECHERCHE	Exploratoire ++ +	<i>Exploration industrielle radicale</i>	<i>Co-exploration radicale</i>	<i>Exploration scientifique radicale</i>
	Discipline +	<i>Développement de nouvelles connaissances industrielles</i>	<i>Co-crédation de nouvelles connaissances scientifiques</i>	<i>Développement de nouvelles connaissances scientifiques avec sponsor industriel</i>
	Produit + +	<i>Amélioration des produits industriels par la science</i>	<i>Découverte-invention inversée par co-conception</i>	<i>Demande industrielle de production de nouvelles connaissances scientifiques</i>
		Pilotée par l'industrie 	Co-crédation 	Pilotée par l'académie
		MODES DE COLLABORATION		

Légende :

- Publications scientifiques
- Brevets
- Employeur
- Laboratoire de recherche

Figure 1 – Matrice à 9 cases des thèses Cifre





RAPPORT DE RECHERCHE

01 CONTEXTE

Nous présentons ici le contexte du dispositif Cifre (historique, chiffres clés, perspectives) et de l'ANRT qui pilote le dispositif pour le compte du MESR.

1.1/ L'ANRT

L'ANRT, présidée en 2022 par Patrice Caine - PDG de Thalès, réunit les acteurs privés et publics de la recherche française. En 2021, l'association compte 394 membres et partenaires (entreprises et institutions publiques qui représentent les trois quarts de l'effort national de la R&D)².

L'ANRT est organisée autour de quatre missions :

- Informer ses membres par des benchmarks nationaux et internationaux sur la recherche partenariale et la R&D, au travers de ses bulletins de veille hebdomadaires, l'organisation de «petits-déjeuners stratégiques», de colloques annuels, etc. ;
- Favoriser les échanges entre ses membres en leur offrant des conditions de partage d'expérience, au travers de ses clubs PME & ETI et Territoires d'une part, et Europe, Innovation et Compétitivité d'autre part, ses rencontres scientifiques intergénérationnelles avec les doctorants Cifre, etc.
- Influencer sur le système français de recherche et d'innovation par la construction de recommandations élaborées avec les membres sur des thématiques spécifiques, telles que l'organisation de la recherche, l'énergie, le numérique, le spatial, la transition écologique et la pédagogie.
- Former pour et par la recherche au travers du dispositif des Conventions Industrielles de Formation par la Recherche (Cifre) opéré par l'ANRT depuis 1981 pour le compte du Ministère en charge de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche. S'ajoute au dispositif principal des dispositifs opérés pour d'autres institutions ou en partenariat avec un tiers extérieur à la France : Cifre-Défense pour le compte du ministère des Armées depuis 2009, Cifre-France/Maroc pour favoriser des Cifre entre les deux pays.

2- Rapport Annuel ANRT, 2019.

1.2/ LE DISPOSITIF CIFRE

Créé en 1981, le dispositif Cifre, a pour objectif de : (1) renforcer les échanges entre les laboratoires de recherche publics et les milieux socio-économiques, (2) favoriser l'employabilité des docteurs et (3) contribuer au processus d'innovation et de recherche en France.

L'allocation d'une Cifre implique pour le bénéficiaire (entreprise, association, collectivité territoriale) l'embauche d'un doctorant (en CDD ou CDI) focalisée durant 3 ans sur un projet de thèse. Le doctorant est également inscrit dans l'Ecole doctorale de rattachement de son laboratoire académique où il est encadré par son directeur de thèse. Le projet de recherche établi avec l'employeur doit contribuer à la formation doctorale et à l'obtention du diplôme de Doctorat. L'employeur et le laboratoire de recherche public sont également liés par un contrat précisant les conditions d'exécution des travaux de recherche, les modalités d'accueil du doctorant, les enjeux de propriété intellectuelle. Pour le compte de l'Etat, l'ANRT verse à l'employeur une subvention de 14 000€ / an durant trois ans. Si l'employeur peut y prétendre, le reste à charge est éligible au crédit impôt recherche - CIR. Les relations entre les parties sont synthétisées dans la Figure 2 ci-dessous :

En 2016, les thèses Cifre représentaient 9% de l'ensemble des doctorats financés en France et 6,5% des doctorats en général (Cour des Comptes, 2018b, 106). Le dispositif Cifre se caractérise par un salaire moyen brut annuel durant la thèse de 29 628 € (ANRT, 2020, p. 8), par un excellent taux de soutenance, supérieur à 90%, assorti d'un très bon taux d'emploi en sortie de thèse (90% des doctorants ont un emploi dans les 6 mois qui suivent la fin de leur Cifre, ANRT, 2020, p. 8). Le dispositif Cifre concerne tous les domaines scientifiques, et tous les secteurs économiques ainsi que tous les types d'organisation (PME, ETI, grandes entreprises ou groupes, association ou collectivités territoriales).

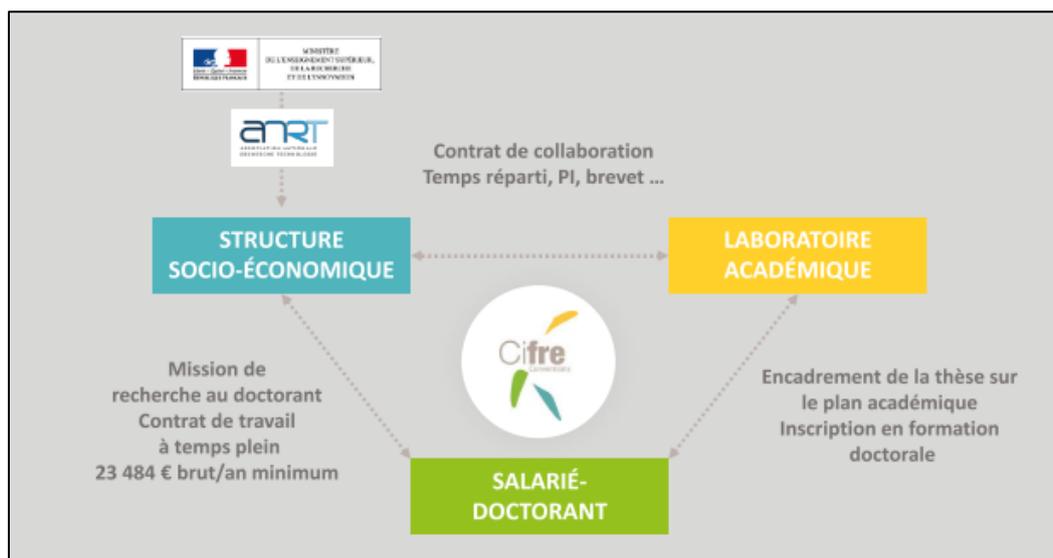


Figure 2 - Engagements tripartites dans les thèses Cifre (source : ANRT 2020)

02

ETAT DE L'ART DU DOCTORAT COLLABORATIF SCIENCE – INDUSTRIE

Dans cette section, nous revenons sur les enseignements de la littérature sur les doctorats collaboratifs science – industrie, dont font partie les thèses Cifre. Ces travaux nous permettent d'abord de proposer une définition générique de ces projets, d'étudier la variété des formes de doctorats collaboratifs science – industrie et de revenir sur leurs performances.

2.1/ DÉFINITION DU DOCTORAT COLLABORATIF SCIENCE – INDUSTRIE DANS LA LITTÉRATURE ET THÉMATIQUES COUVERTES PAR LES SCIENCES DE GESTION

Nous renvoyons aux études en sciences de gestion sur les doctorats collaboratifs entre science et industrie (par exemple, Borrel-Damian, Morais et Smith, 2015 ; Kerr et Ivey, 2003 ; Salimi, Bekkers et Frenken, 2016).

2.1.1. DÉFINITION PARTAGÉE DU DOCTORAT COLLABORATIF SCIENCE - INDUSTRIE

La littérature en sciences de gestion s'accorde sur une définition partagée du doctorat collaboratif science – industrie qui couvre trois principaux aspects :

- La thèse a une durée de 3 à 4 ans, et inclut une université, une entreprise et un doctorant (Borrel-Damian, Morais et Smith, 2015 ; Salimi, Bekkers et Frenken, 2016) travaillant ensemble pour atteindre des attentes (partagées et individuelles) communes (Salimi, Bekkers et Frenken, 2016) ;
- L'entreprise implique un expert industriel qui prend part au comité de suivi de la thèse de façon officielle et informelle (Borrel-Damian, Morais et Smith, 2015) ;

- Les attentes sur la qualité de la recherche sont similaires à une thèse traditionnelle (Borrel-Damian, Morais et Smith, 2015 ; Kerr et Ivey, 2003).

Nous pouvons souligner que les doctorats collaboratifs science – industrie peuvent être structurés sur une base discrétionnaire par les entreprises. Toutefois, dans certains pays et particulièrement en Europe, les pouvoirs publics ont développé des programmes spécifiques tels que le dispositif Cifre pour encadrer et soutenir ce type de collaboration science – industrie. Certains dispositifs sont associés à une ou plusieurs disciplines scientifiques comme le Graduate-Cluster for Industrial Biotechnology en Allemagne, ou sont génériques comme le Enterprise Partnership Scheme (IRCSET) en Irlande, le dispositif Industrial Cooperative Awards in Science & Technology (CASE) au Royaume-Uni, le dispositif Leaders for Technological Industries scheme au Portugal, le Industrial doctoral student's project en Suède, le programme de thèses industrielles au Danemark.

2.1.2. PRINCIPALES THÉMATIQUES ABORDÉES PAR LA LITTÉRATURE EN SCIENCES DE GESTION

Dans la littérature en sciences de gestion, quatre principaux sujets sont abordés quant aux doctorats collaboratifs science – industrie. Premièrement, la littérature s'est intéressée à comparer doctorats collaboratifs science – industrie et doctorats traditionnels. Deuxièmement, la littérature s'est focalisée sur la compréhension des mécanismes de transfert de connaissances dans ce type de dispositif. Troisièmement, la littérature a décrit certaines bonnes pratiques de pilotage permettant le succès des doctorats collaboratifs science – industrie. Enfin, quatrièmement, une littérature plus confidentielle s'est intéressée aux doctorats collaboratifs comme un outil d'exploration et d'innovation. Ces éléments sont résumés dans le Tableau 1 ci-dessous.

Sujet	Détail	Littérature
Comparaison doctorat traditionnel vs. doctorats collaboratifs science – industrie	Analyse d'impact des performances et des carrières des doctorants ayant été impliqués dans un doctorat collaboratif science – industrie et ceux ayant poursuivi une thèse classique	<i>Granata et Dochy, 2016 ; Malfroy, 2011 ; Neumann, 2005 ; Salimi, Bekkers et Frenken, 2015a, 2015b</i>
Processus de transfert de connaissances	Études qualitatives approfondies sur les mécanismes de transfert de connaissances dans les doctorats collaboratifs science – industrie où le doctorant est vu comme un « passeur » de connaissance	<i>Gertner, Roberts et Charles, 2011 ; Kihlander et al., 2011 ; Salminen-Karlsson et Wallgren, 2008 ; Slaughter et Campbell, 2002</i>
Management des doctorats collaboratifs science - industrie	Analyse de facteurs qui favorisent la publication académique, le dépôt de brevet ou l'obtention d'un emploi post-thèse comme la communication entre les parties ou la mise en place d'un système de management de projet	<i>Butcher et Jeffrey, 2007 ; Gustavsson, Nuur et Söderlind, 2016 ; Roolaht, 2015 ; Salimi, Bekkers et Frenken, 2016</i>
Doctorats collaboratifs science – industrie et exploration de champs d'innovations	Analyse de la façon dont les entreprises et les centres de recherche capitalisent sur les doctorats collaboratifs science – industrie pour explorer des champs d'innovations.	<i>Cabanes, 2017 ; Cabanes, Le Masson et Weil, 2020 ; Harryson, Kliknaite et Dudkowski, 2007 ; Klasing Chen et al., 2017 ; Plantec, 2021</i>

Tableau 1 - Apports de la littérature

Compte tenu des objectifs de cette étude, nous allons principalement étudier la littérature portant sur les performances des doctorats collaboratifs science – industrie, en lien avec l'exploration de champs d'innovations.

2.2/ VARIÉTÉ DES DOCTORATS COLLABORATIFS SCIENCE – INDUSTRIE



L'étude de la littérature sur les doctorats collaboratifs science – industrie semble permettre de démontrer qu'il existe une très grande variété de types de collaborations et de stratégies de recherche. Nous pouvons revenir sur les différentes stratégies de recherche, c'est-à-dire les objectifs scientifiques poursuivis dans le cadre des travaux de recherche, mais aussi sur les modes de collaboration entre les différentes parties prenantes.

2.2.1. STRATÉGIES DE RECHERCHE

Premièrement, plusieurs études soulignent que le principal objectif d'un doctorat collaboratif science – industrie serait le développement des connaissances scientifiques nouvelles permettant à l'entreprise de développer un produit nouveau (Borrel-Damian, Morais et Smith, 2015). Par exemple, Gustavsson, Nuur et Söderlind (2016) rapportent plusieurs cas où (1) le partenaire industriel fait face à un problème industriel à résoudre et souhaite ainsi que l'objectif du doctorat soit de trouver une solution à ce problème, et où (2) le partenaire industriel souhaiterait avoir une validation scientifique d'un Proof of Concept (PoC) déjà développé par les équipes de R&D (Schartinger, Rammer et Fröhlich, 2006). Dans ce type de cas, le projet est restreint à des produits tangibles et préexistants dans l'organisation (Granata et Dochy, 2016). Il faut remarquer que dans ce type de projet, des cas sont rapportés où les doctorants ont parfois des responsabilités industrielles et peuvent ainsi manquer de temps pour mener à bien la partie scientifique de leur projet de recherche (Grimm, 2018 ; Malfroy, 2011 ; Slaughter et Campbell, 2002).

Deuxièmement, certaines études démontrent que les doctorats collaboratifs portent sur des développements scientifiques avec un objectif d'application par l'entreprise beaucoup plus lointain et déconnecté d'objectifs de valorisation commerciale immédiats. L'entreprise est alors intéressée par la création et le développement de compétences et connaissances nouvelles en lien avec ses propres thématiques de R&D, ou qui contribuent à accroître sa capacité d'absorption et facilite la prise des décisions quant à de futurs virages technologiques potentiels (Gustavsson, Nuur et Söderlind, 2016 ; Thune, 2009).

Troisièmement, enfin, des cas sont rapportés où la thèse s'appuie sur des contextes plus radicalement exploratoires. Par exemple, Harryson, Kliknaite et Dudkowski (2007) présentent le cas d'une spin-off de Bang & Olufsen qui s'appuie largement sur des collaborations avec des centres de recherche publics via des doctorats collaboratifs pour explorer des champs de recherche particulièrement novateurs avec des visées de long terme pour favoriser l'innovation de rupture. Les travaux de Cabanes, Le Masson et Weil (2020) permettent également de montrer à partir d'une étude de cas longitudinale chez ST Microelectronics que les thèses Cifre sont au cœur du dispositif de société proto-épistémique permettant de renouveler les expertises et évaluer l'intérêt de voies de recherches radicalement innovantes. Enfin, les travaux de Klasing Chen et al. (2017) montrent que l'utilisation de la méthode C-K dans le cas de thèses Cifre menées chez SNCF permet d'adopter une logique de « double impact science – industrie » (Plantec, 2021 ; Plantec et al., 2021), c'est-à-dire d'explorer des voies de recherche scientifique novatrices pouvant conduire simultanément à des avancées industrielles innovantes.

2.2.2. TYPES DE COLLABORATIONS

Plusieurs études reviennent sur la façon dont les doctorats collaboratifs sont pilotés et sur la façon de gérer les échanges de connaissances dans ce type de projet.

Alors que les entreprises sont considérées par la littérature comme cherchant à accéder à des connaissances scientifiques nouvelles par le biais des doctorats collaboratifs science – industrie (Grimm, 2018 ; Lambert, 2003 ; Schartinger, Rammer et Fröhlich, 2006), les doctorants sont alors considérés comme les principaux acteurs du transfert de connaissances (Thune, 2009). Ainsi, les doctorants doivent développer des compétences associées (1) à l'échange avec la communauté académique au travers de leurs communications et articles scientifiques, de leurs réseaux informels avec leurs pairs, (2) à l'échange avec la communauté de praticiens au travers de leur implication auprès de l'industrie. Ainsi, les doctorants doivent nécessairement transmettre et traduire des connaissances scientifiques dans un langage appropriable pour l'industrie (Kihlander et al., 2011). Les doctorants impliqués dans ces programmes sont ainsi vus comme créant des ponts féconds entre le monde académique et celui des praticiens et sont considérés comme des « agents du changement » (Butcher et Jeffrey, 2007) ou des « passeurs » (i.e., boundary spanner, Salminen-Karlsson et Wallgren, 2008).

Cette vision nous semble réductrice, car comme nous l'avons montré plus haut, le doctorant est aussi et surtout un producteur de connaissances scientifiques nouvelles plutôt qu'un simple passeur de connaissances préexistantes. Toutefois, cela suppose qu'il puisse exister différentes façons de collaborer entre les parties, avec un engagement des différentes parties plus au moins intense, et notamment en fonction d'où se situent les connaissances scientifiques et techniques qui permettent au doctorant de mener à bien le projet de recherche (plutôt chez l'industriel, plutôt dans le laboratoire, ou de façon plus partagée).

2.3/ PERFORMANCES DES DOCTORATS COLLABORATIFS SCIENCE - INDUSTRIE

Plusieurs études se sont focalisées sur une meilleure compréhension des performances des doctorats collaboratifs science – industrie vis-à-vis des thèses plus traditionnelles. Les études concluent soit à une différence marginale en termes de performances scientifiques entre les deux types de dispositifs, soit à un premium pour les doctorats collaboratifs science – industrie. Ces études s'appuient largement sur des données bibliométriques (nombre d'articles scientifiques publiés dans des revues classées, nombre de brevets déposés, etc.).

Premièrement, concernant les performances scientifiques, en explorant un cas dans l'industrie du pétrole et du gaz, Kerr et Ivey (2003) démontrent que le niveau de compréhension des problématiques scientifiques et techniques est au moins équivalent dans les doctorats collaboratifs et dans les doctorats traditionnels. Gaughan et Robin (2004) quant à eux mènent une étude sur 807 doctorats dans les disciplines des sciences de la vie et de la physique. Les auteurs démontrent que le fait d'être impliqué dans le dispositif Cifre n'affecte pas la productivité scientifique des doctorants, mesurée en nombre de papiers publiés. Enfin, Salimi, Bekkers et Frenken (2015b) étudient le cas de 448 doctorants de l'Université Technologique de Eindhoven et démontrent que ceux engagés dans un doctorat collaboratif science – industrie obtiennent de meilleures performances en termes de nombre de publications d'articles scientifiques et nombre de citations³ de ces articles scientifiques, que les doctorats engagés dans un parcours plus classique. Il faut toutefois souligner les spécificités du contexte de cette étude où une grande part des projets de recherche avec l'industrie sont effectués avec un seul industriel (Phillips).

Deuxièmement, concernant les performances industrielles, dans l'étude précédemment citée, Salimi, Bekkers et Frenken (2015b) montrent que les doctorants engagés dans les doctorats collaboratifs science – industrie déposent davantage de brevets que leurs pairs engagés dans des programmes de thèse plus traditionnels, et que lesdits brevets reçoivent également davantage de citations⁴. Dans une étude récente, Buenstorf et Heinisch (2020) s'intéressent à la façon dont les résultats scientifiques issus des thèses des docteurs leur permettent d'être plus inventifs une fois embauché dans une entreprise. Ils montrent, en étudiant le cas de l'industrie du laser en Allemagne, que lorsque les doctorants collaboraient en amont avec l'entreprise (i.e., doctorat collaboratif), les brevets déposés pendant cette période sont en moyenne plus exploratoires et constituent un intérêt stratégique pour les entreprises.

Ces résultats sur les performances des doctorats collaboratifs science – industrie sont alignés avec la littérature plus globale sur les partenariats de recherche entre entreprises et universités (Perkmann et al., 2013, 2021). Il nous faut souligner ici que ces études sur la performance des doctorats collaboratifs science – industrie s'appuient de façon systématique sur une comparaison entre ce type de thèse vis-à-vis de thèses qui s'effectuent dans un cadre plus traditionnel. Pourtant, comme montré précédemment, il existe une grande variété de stratégies de recherche et de façon d'organiser ces partenariats de recherche tripartites, avec probablement une influence forte sur les performances. Il est donc nécessaire d'aller un cran plus loin en étudiant plus finement les performances de différents types de doctorats collaboratifs science – industrie, plutôt que de les comparer avec les thèses traditionnelles.

Ainsi, notre analyse de la littérature permet de montrer que les travaux antérieurs sur les doctorats collaboratifs se sont principalement questionnés sur la différence vis-à-vis de thèses plus traditionnelles (performances, gouvernances, employabilité) et sur la façon de piloter ses collaborations où le doctorant est vu comme un passeur de connaissances entre le monde académique et le monde industriel. Toutefois, il apparaît en creux une grande variété de stratégies de recherche et de modes de collaborations différents allant de la résolution de problèmes industriels jusqu'au développement de connaissances scientifiques et techniques dans des contextes particulièrement exploratoires. Nos travaux visent à mieux caractériser cette variété de cas et les performances scientifiques et industrielles associées.

03

METHODOLOGIE DE RECHERCHE

Dans cette section, nous précisons la méthodologie de recherche utilisée dans cette étude en revenant sur le processus global, le matériau empirique et les données associées, ainsi que sur les méthodes de codage développées pour ces travaux.

3.1/ INTÉRÊT D'ÉTUDIER LE DISPOSITIF CIFRE

Pour mener à bien cette recherche et pouvoir mieux caractériser la variété des doctorats collaboratifs science – industrie et leurs performances scientifiques et industrielles, nous explorons le cas du dispositif Cifre.

Le dispositif Cifre s'avère pertinent pour constituer l'objet d'étude de ces travaux de recherche. Premièrement, nous pouvons remarquer qu'il respecte les conditions de la définition partagée dans la littérature des doctorats collaboratifs (cf. section précédente). Deuxièmement, les parties prenantes sont libres de négocier les conditions contractuelles qui correspondent le mieux à leur projet : à titre d'exemple, le temps passé par le doctorant chez chaque partenaire n'est pas prescrit par l'ANRT. Cela signifie que l'on devrait pouvoir retrouver dans le cas des Cifre différents types de collaborations. Troisièmement, la stratégie de recherche est laissée à la discrétion des partenaires, dans le cadre prévu par l'ANRT qui assure une évaluation en amont des projets. Cela signifie qu'il devrait être possible de retrouver la variété des stratégies de recherche évoquées précédemment. D'autant que le dispositif Cifre soutient des projets qui peuvent être orientés vers une « approche fondamentale [...] à long terme [pour] [...] anticiper, débroussailler des problématiques » (ANRT, 2020, p. 9-10), mais aussi vers la « construction de solutions concrètes [...] [permettant de doter l'entreprise] d'une expertise dans le traitement de problèmes complexes » (ANRT, 2020, p. 9-10).

Ainsi, le dispositif Cifre s'avère être un objet d'étude particulièrement

approprié pour mieux caractériser les doctorats collaboratifs science – industrie et leurs performances.

3.2/ PROCESSUS DE RECHERCHE

Le processus de recherche a été structuré en trois temps. Premièrement, une pré-étude a été conduite par l'équipe de recherche pour se familiariser avec les données et la littérature, et obtenir des retours de la communauté scientifique. Deuxièmement, une analyse de plus grande envergure a été menée, et la méthode de codage des stratégies de recherche éprouvée afin d'en déduire des résultats. Troisièmement, une dernière phase a constitué en la rédaction de deux articles de recherche (en cours de processus de révision dans des revues scientifiques internationales de premier plan) et l'écriture du présent rapport.

3.2.1. PHASE 1 – PRÉ-ÉTUDE :

Les travaux de recherche ont débuté en janvier 2018. Une pré-étude a d'abord été lancée sur la base d'une centaine de projets de thèses Cifre d'années variées. L'échantillon a été structuré de façon à étudier des sous-catégories spécifiques. Par exemple, le jeu de données était segmenté entre des projets pour lesquels l'entreprise considérait que la Cifre avait permis une innovation de rupture, d'autres qui avaient mis un temps de contractualisation particulièrement long. Les données étaient alors uniquement composées des contrats de collaborations entre l'entreprise et le laboratoire de recherche.

Ces données ont permis à l'équipe de recherche d'explorer le contenu des contrats de collaboration, d'analyser la littérature, de développer des questions de recherche robustes, et de tester une première approche méthodologique de codage de différentes stratégies de recherche. Les travaux ont donné lieu à une présentation en conférence internationale (R&D Management Conférence 2019) afin de récolter des retours de la communauté scientifique pour confirmer la validité de l'approche de l'équipe. Les résultats étaient également prometteurs et ont permis d'entamer une deuxième phase, avec une collecte de donnée de plus grande envergure.

3.2.2. PHASE 2 – ETUDE DE 635 THÈSES CIFRE

Dans une deuxième phase, l'équipe de recherche a souhaité confirmer les intuitions et les résultats préliminaires issus de la pré-étude. Pour cela, en partenariat avec l'ANRT, plusieurs centaines de thèses Cifre de 2015 (i.e., dernière année disponible avec des thèses terminées au démarrage de la phase 2) ont été sélectionnées de façon aléatoire et en respectant la proportion entre thèses dans des grands groupes et thèses dans des PME. Les données ont été complétées par les dossiers de demande de Cifre comprenant des informations sur le profil des parties prenantes et par les données issues des questionnaires de fin de Cifre. Ces questionnaires sont adressés par l'ANRT aux trois parties prenantes (directeur de thèse, responsable industriel et doctorant) à la fin de la Cifre et permettent de récolter des informations sur le déroulé de la thèse, ainsi que sur les performances académiques et industrielles, à la fois d'un point de vue quantitatif (nombre d'articles publiés, nombre de brevets déposés), mais aussi qualitatif (effets sur les compétences de l'entreprise, ouverture de nouvelles voies de recherche pour le laboratoire, etc.).

Notre approche repose notamment sur une identification par un codage qualitatif des différentes stratégies de recherche auxquelles les parties prenantes ont recours dans le cadre des projets de thèse Cifre. Cet élément constitue la partie la plus complexe de notre approche puisqu'elle nécessite une analyse manuelle de chacun des contrats de collaborations des différents projets de thèse Cifre étudiés. Cela nécessite également de mettre au point une méthode robuste de classification. Dans cet objectif, trois ingénieurs de Centrale-Supélec ont été formés à la méthodologie de codage (cf. détails dans la section 3.4 ci-dessous) afin d'assurer un double codage de chacun des contrats étudiés.

Les données issues des codages de la stratégie de recherche pour chaque thèse Cifre ont ensuite été croisées avec d'autres données issues des questionnaires ou des dossiers de demande de Cifre afin de caractériser différents types de thèses Cifre et d'étudier leurs performances en fonction des stratégies de recherche. Les sections suivantes détaillent le matériau empirique, les données et les méthodes de codages.

3.2.3. PHASE 3 – VALORISATION DES RÉSULTATS

Les résultats particulièrement novateurs de cette étude ont fait l'objet d'efforts importants de valorisation par l'équipe de recherche, tant auprès de la communauté académique que des praticiens. Premièrement, les travaux ont donné lieu à l'écriture de deux articles de recherche en cours de révision dans des revues anglophones en sciences de gestion. Les travaux ont préalablement été présentés notamment à l'Academy of Management Conference 2021 et à R&D Management Conference 2019.

Deuxièmement, les apports de ces travaux ont fait l'objet d'efforts de valorisation auprès des praticiens et du grand public : présentation lors du Colloque organisé par l'ANRT au Collège de France pour célébrer les 40 ans du dispositif Cifre, présentation aux réseaux des membres de l'ANRT, etc. Ce présent rapport contribue également à la stratégie de valorisation des résultats.

3.3/ MATÉRIAU EMPIRIQUE ET DONNÉES

Dans le cadre de cette étude, nous avons eu accès à un matériau empirique particulièrement riche. Nous avons pu analyser pour 635 thèses Cifre⁵ exclusivement lancées en 2015 (pour éviter un effet temporel, données les plus récentes au démarrage du projet) les informations suivantes :

- **Dossiers de demande de Cifre** comportant des informations sur le profil de l'entreprise

(localisation, chiffre d'affaires, etc.), du laboratoire (localisation, université de rattachement, etc.) et du doctorant (nationalité, études préalables, etc.), ainsi que sur le déroulé de la thèse à venir (discipline, salaire du doctorant, co-tutelle internationale, etc.) ;

- **Contrats de collaboration entre l'organisme public de recherche et l'employeur** qui spécifient les conditions contractuelles de la thèse, la propriété intellectuelle, les transferts financiers, le temps passé par le doctorant dans chacune des institutions et qui comporte une annexe technique avec le résumé de la thèse (généralement de 4 à 12 pages) ;
- **Questionnaires de fin de Cifre** envoyés par l'ANRT aux trois parties prenantes (employeur, laboratoire et doctorant) et qui comportent un jeu de 40 questions miroirs sur le déroulé de la thèse et sur ses performances (nombre de brevets déposés, nombre d'articles scientifiques publiés, nombre de présentations du doctorant en conférences, Prix de thèse, etc.).

Afin de spécifier le couplage envisagé dans chacun de ces projets de thèse ex ante, nous devons mettre au point une méthodologie spécifique. Pour cela, nous utilisons les contrats de collaboration. Ceux-ci se présentent sous la forme de PDF scannés, signés par les différentes parties, et détaillant les conditions de la recherche. Il s'agit également de données sensibles et confidentielles.

L'ensemble des données utilisées pour cette étude sont synthétisées dans la Figure 3 ci-dessous.

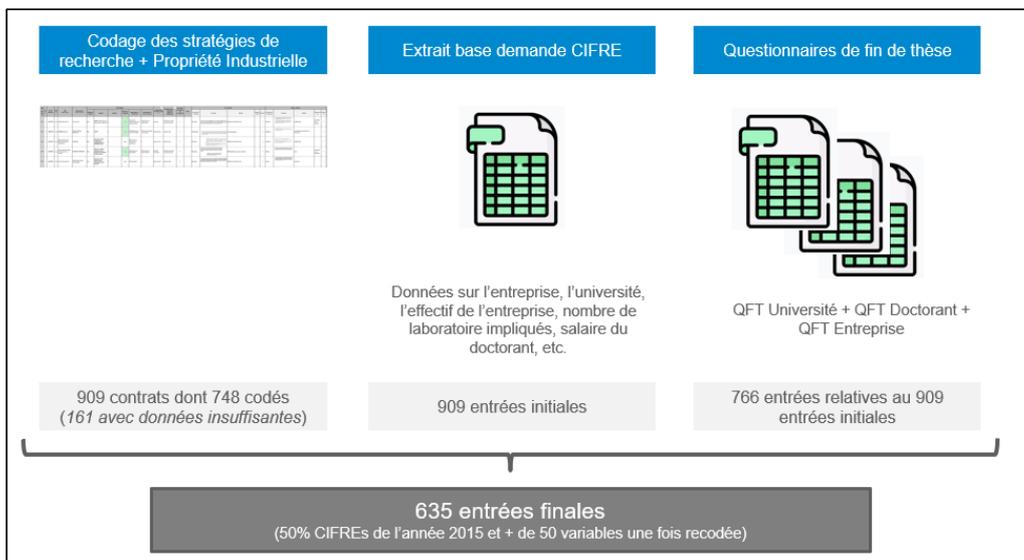
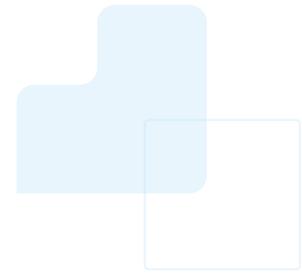


Figure 3 - Synthèse des données utilisées pour l'étude

5- Initialement, 909 avaient été sélectionnés, mais compte tenu de la disponibilité d'informations complémentaires (questionnaires de fin de CIFRE) ou de l'incomplétude de certains dossiers, seuls 635 sont finalement traités.



3.4/ CODAGE DES STRATÉGIES DE RECHERCHE ET DES MODES DE COLLABORATION

Nous détaillons dans cette section le processus de classification et les différentes catégories de codage utilisées.

3.4.1. PROCESSUS DE CLASSIFICATION :

Nous cherchons à coder chaque contrat en fonction du type de stratégie de recherche envisagé. Pour cela nous avons procédé de façon itérative. D'abord nous avons développé une méthode à partir d'un nombre restreint de contrats (environ 100) et en respectant une logique d'allers et retours praticiens – chercheurs (présentations

avec l'ANRT, présentation en conférences à R&D Management 2019). La méthode a ensuite été stabilisée et répliquée sur 909 contrats de thèses Cifre démarrés en 2015 (dernière année disponible) et mis à disposition par l'ANRT. Les contrats ont été codés en supervisant une équipe de trois ingénieurs de recherche qu'il a fallu faire monter en compétence sur la méthodologie, en suivant le processus décrit dans la Figure 4 ci-dessous. Un soin particulier a été apporté au codage (doublé, voire triplé dans certains cas) et une harmonisation des choix effectués lorsque les ingénieurs de recherche avaient des codages qui divergeaient. Finalement, sur 909 contrats, 748 ont été codés avec succès (161 avaient des données insuffisantes sans biais statistiques, du fait par exemple de problème de numérisation des documents), puis 113 ont été écartés, car nous ne disposions pas des questionnaires de fin de Cifre associés pour en évaluer la performance.

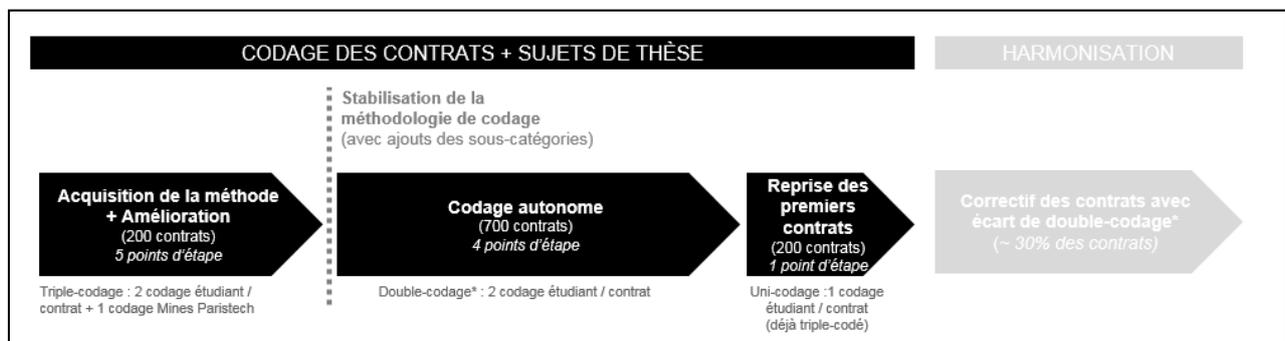


Figure 4 - Processus de codage

Ici, la méthode de classification repose sur la lecture détaillée du résumé de thèse afin de déterminer le rapport entre les activités de développement et les activités de recherche scientifique dans la thèse. Par exemple, une première approche consiste à tester si l'objectif du travail de thèse est de s'intéresser à un produit ou service spécifique de l'entreprise clairement explicité dans le résumé de thèse.

Nous détaillons dans cette section le processus de classification et les différentes catégories de codage utilisées.

3.4.2. CRITÈRES DE CLASSIFICATION DE LA STRATÉGIE DE RECHERCHE ::

A partir de la littérature et de la pré-étude, nous avons défini trois stratégies de recherche distinctes :

- **Stratégie disciplinaire** (research-push ou également appelée stratégie tirée par la science) : le projet est dédié au développement de connaissances scientifiques nouvelles pour renforcer les compétences de l'organisation dans un domaine scientifique unique, identifié et non directement applicable pour concevoir un produit ou un service ;
- **Stratégie Produit & Service** (market-pull

ou également appelée stratégie tirée par le marché) : le projet est dédié au développement de connaissances scientifiques nouvelles à partir d'un produit ou d'un service déjà existant ou à commercialiser d'ici la fin de la thèse dans l'entreprise ;

- **Stratégie exploratoire** (ou également appelée stratégie de double impact) : le projet est dédié au développement de connaissances scientifiques dans une discipline scientifique nouvelle, ou nécessitant de la transdisciplinarité, ou dans un contexte industriel radicalement novateur.

Des sous-catégories ont également été déterminées telles que présentées dans la Figure 5 ci-dessous afin de disposer d'une grille de lecture plus fine.

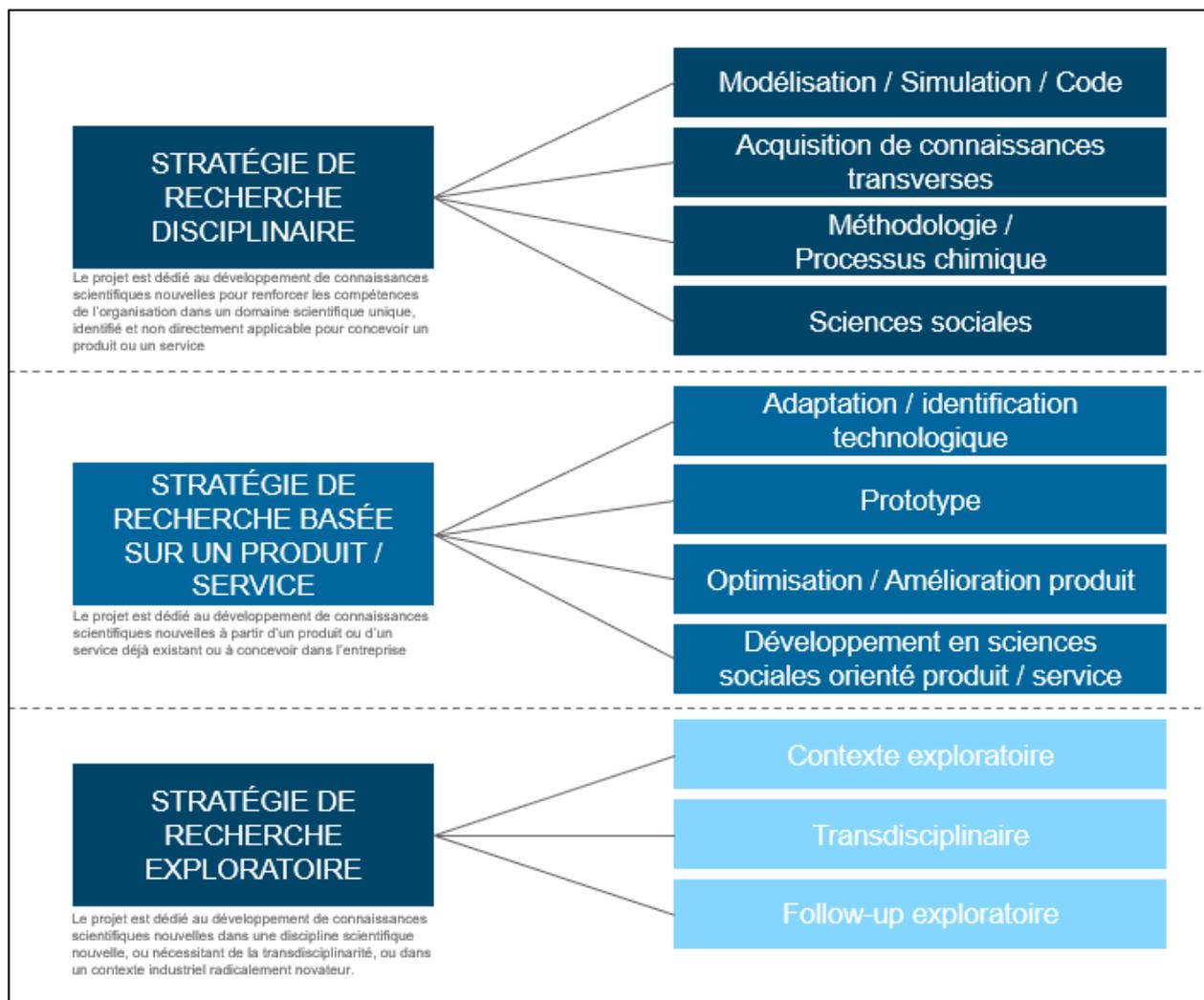


Figure 5 - Stratégies de recherche

Nous proposons dans le Tableau 2 ci-dessous des exemples de projets classifiés et le contenu textuel du résumé de thèse associé.

Orientation des travaux	Discipline	Objectif du projet	Verrou scientifique & technique	Connaissances laboratoire	Connaissance entreprise
Stratégie de recherche disciplinaire	Recherche clinique / santé publique	« L'objectif est de développer des tests de diagnostic par immunoblot et immunochromatographie pour la recherche de ces pathogènes [...] Les premiers serviraient des tests de confirmation, les seconds de tests de dépistage. » « La finalité est, suite à l'étape de recherches et de faisabilité qui fait l'objet du travail de thèse proposé, d'industrialiser les produits ainsi développés puis de les commercialiser »	« Ce projet répond à une demande réelle des cliniciens et des mycologues, confrontés à l'absence de techniques fiables et standardisées dans le domaine »	« Des contacts avec des centres hospitaliers partenaires (dont celui de [...] équipe co-encadrant la thèse [...]) permettront alors l'obtention des sérums caractérisés nécessaires à la mise en place des techniques de diagnostic. » « L'UMR développe des outils de diagnostics innovants pour des utilisations en laboratoire (sensibilité, rapidité) et sur le terrain (simplicité, robustesse) »	« [Entreprise A] est spécialisée dans le développement, la production et la commercialisation de tests de diagnostics sérologiques utilisant la technique de l'immunoblot. [...] Depuis 6 ans, [...] [Entreprise A] développe et commercialise une nouvelle gamme de tests de diagnostic rapide utilisant la technique de l'immunochromatographie. »
Stratégie de recherche basée sur un produit / service	Chimie des matériaux	« Le projet actuel vise à connaître de manière plus précise les modifications de la composition chimique des lubrifiants, tant au niveau des additifs non polymériques [...] que la base hydrocarbonée, au cours du fonctionnement du moteur [...] »	« L'exposition accrue des lubrifiants à des NOx conduit ainsi à accélérer l'altération des différents constituants chimiques [...] des huiles moteurs. » « L'influence spécifique des NOx sur l'altération des constituants des lubrifiants n'a été que peu étudiée au niveau moléculaire à ce jour [...] »	« Cette étude reposera, notamment, sur la méthodologie analytique et la bonne connaissance des principales familles d'additifs de lubrifiants acquis au [Laboratoire B] [...] »	« [Entreprise B], spécialisée dans la formulation, le transport et la distribution des produits pétroliers. [...] a, depuis plusieurs années, acquis des connaissances et développé des compétences sur la formulation des produits pétroliers, y compris leurs additifs leur production, leur mise en œuvre dans différentes applications et leur caractérisation. »
Stratégie de recherche exploratoire	Génie des matériaux	« L'objectif est le développement conjoint de nouvelles enceintes sous ultra-vide pour l'élaboration, la caractérisation et la structuration de matériaux pour les dispositifs de demain »	« Pour chacun de ces domaines, il est aujourd'hui nécessaire d'élaborer, de structurer et de caractériser sous ultra-vide des objets de basse dimension et de taille nanométrique comme des couches minces, les multicouches et les super-reseaux, les agrégats, les précipités ou les plots » « Cette thèse permettra de renforcer [...] et principalement la partie recherche sur les nouvelles thématiques scientifiques dans le domaine de la manipulation d'aimantation sous impulsion optique »	« [Laboratoire C] a acquis une réputation internationale dans les domaines de l'électronique du spin, du nanomagnétisme, des nanomatériaux et de la physique des surfaces. Les progrès et découvertes dans ces disciplines transversales ont mené à de nombreuses applications, par exemple le stockage de l'information, les capteurs ou le photovoltaïque. De plus, le groupe [Laboratoire C] s'est illustré très récemment en démontrant la faisabilité et l'efficacité de la réécriture rapide de données magnétiques à l'aide d'une lumière polarisée circulairement »	« La création du département [Département de l'entreprise C] de la société [Entreprise C] est portée par la volonté de créer une nouvelle activité d'équipements de laboratoire et de petite production dans le domaine des dépôts et analyse des matériaux et plus généralement des nanotechnologies. L'objectif est l'exportation des machines et des savoir-faire vers des laboratoires internationaux » « La réalisation de tels matériaux demande des moyens d'élaboration (MBE, PVD et PLD) couplés à des moyens de caractérisation in situ tels que la diffraction d'électron, XPS, Auger, STM, AFM/MFM, effet Kerr in-situ. Ceci sera possible grâce à l'équipement Tube développé par [l'Entreprise C] »

Tableau 2 - Exemples de stratégie de recherche

La classification des projets selon le mode de couplage constitue le point dur méthodologique de cette partie. Une fois cette classification stabilisée, nous pouvons mesurer les performances en utilisant les proxys classiques de la littérature : les publications scientifiques associées à chaque projet de thèse pour les activités de recherche scientifique, les brevets déposés pour chaque projet de thèse pour les activités de développement de produits, procédés et services. Ces données sont obtenues à partir des questionnaires de fin de Cifre envoyés aux trois parties par l'ANRT.

3.4.3. CRITÈRE DE CLASSIFICATION DU MODE DE COLLABORATION

D'autres critères de classifications ont été retenus et notamment le temps respectif passé par le doctorant dans l'entreprise ou dans le laboratoire

académique. Cet élément constitue pour nous un proxy de la répartition des compétences et connaissances qui permettent au doctorant de mener à bien son projet. Nous avons ainsi défini les critères suivants :

- **Piloté par l'académique** : le doctorant passe plus de 70% de son temps dans le laboratoire académique ;
- **Piloté par l'industrie** : le doctorant passe plus de 70% de son temps dans l'entreprise ;
- **Co-crédation** : le doctorant passe plus de 30% de son temps dans les deux institutions.

Dans cette section, nous présentons d'abord les résultats concernant la caractérisation des différents types de thèses Cifre. Nous étudions ensuite les performances des différentes thèses en fonction de la stratégie de recherche adoptée.

04 RESULTATS

Dans un premier temps, nous présentons les résultats afférents à la caractérisation d'archétypes de thèses Cifre, puis nous détaillons les performances de ces thèses en fonction de leurs stratégies de recherche.

4.1/ ARCHÉTYPES DE THÈSES CIFRE

Nous présentons d'abord une analyse descriptive des stratégies de recherche et des modes de collaborations, avant de proposer une synthèse de ces analyses dans une matrice.

4.1.1. ÉTUDE DESCRIPTIVE DES STRATÉGIES DE RECHERCHE :

Premièrement, les données issues du codage qualitatif nous permettent d'étudier la répartition des thèses Cifre en fonction des trois stratégies de recherche envisagées : disciplinaire, orientée vers un produit ou un service, ou exploratoire. L'analyse est proposée dans la 6 ci-dessous.

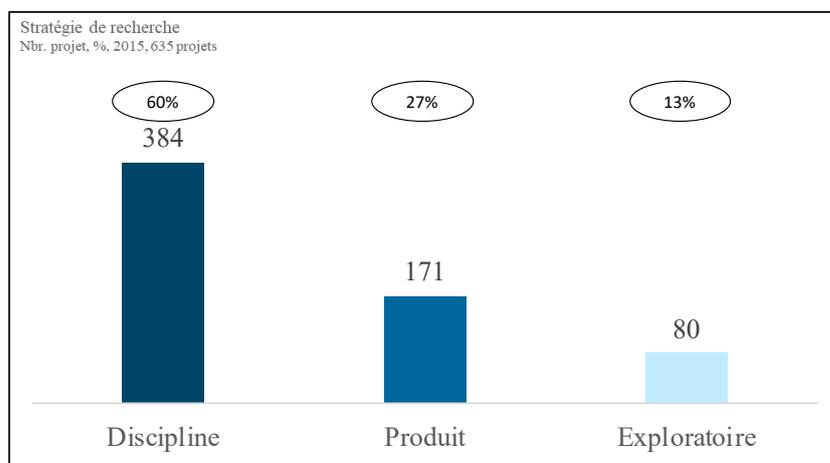


Figure 6 - Répartition des projets par stratégie de recherche

Contrairement à une idée reçue qui voudrait que les thèses Cifre soient principalement orientées vers des produits ou services préexistants (ou en cours de commercialisation) dans les entreprises partenaires, les trois-quarts des thèses Cifre sont principalement fondées sur une stratégie de recherche scientifiquement ambitieuse qui ne prend pas pour point de départ, le produit ou le service de l'entreprise. Ainsi, plus de la moitié des thèses Cifre partent d'une question disciplinaire, proposée par la science dans une discipline donnée. Enfin, une part modeste adopte des stratégies plus exploratoires (environ une thèse sur dix).

Nous pouvons aller un cran plus loin en détaillant des sous-stratégies de recherche dans chacune des catégories. La représentation graphique est proposée dans la Figure 7 ci-dessous.

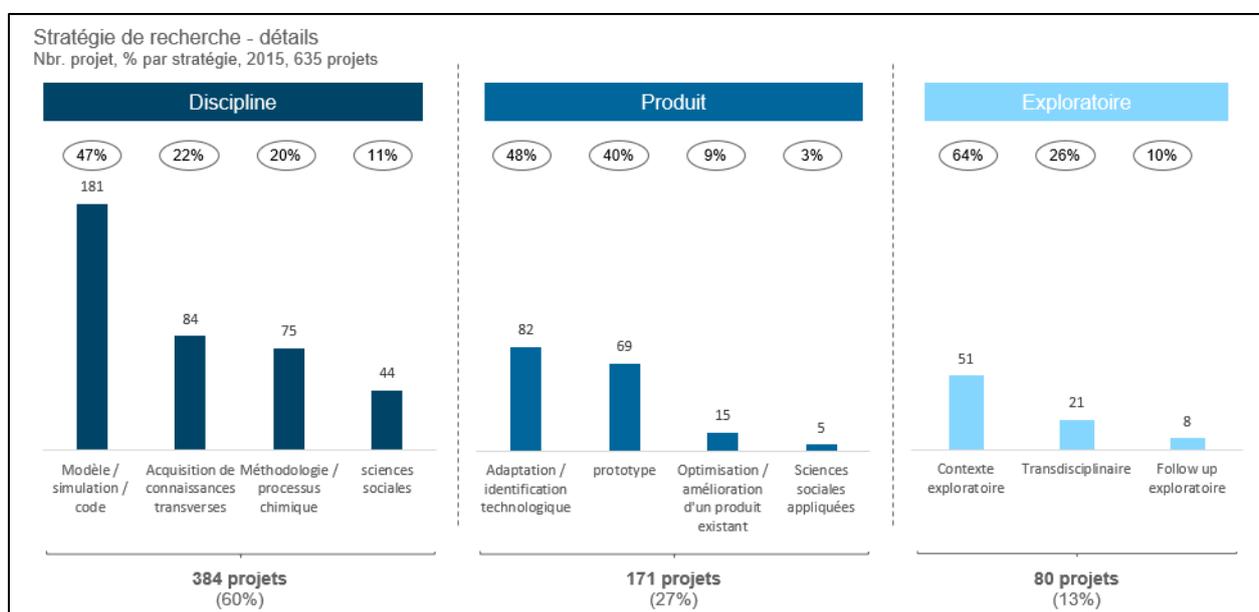
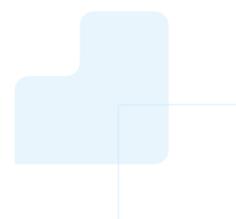


Figure 7 - Répartition des projets par sous-stratégie de recherche

Cette vision des thèses Cifre est particulièrement enrichissante, car elle permet de démontrer la très grande variété des types de thèses financées par le dispositif. Alors que le centre de gravité du dispositif Cifre s'appuie sur une logique disciplinaire, on constate que cette stratégie couvre des aspects variés et plus particulièrement des travaux de modèles, simulations et code, et d'acquisitions de connaissances transverses. On remarquera que dans la catégorie des produits / services, l'objectif de définir un prototype n'est pas majoritaire, mais que ces thèses s'appuient plus largement sur une volonté d'identifier ou d'adapter une technologie à un produit ou un service préexistant dans l'organisation. Enfin, pour la catégorie exploratoire, on constate qu'il y a peu de thèses transdisciplinaires, ce qui nous apparaît logique compte tenu des modes d'évaluation des thèses, les soutenances nécessitant de s'inscrire généralement dans une seule discipline ou domaine scientifique.





Nous pouvons également analyser la répartition du choix de la stratégie de recherche en fonction du type d'entreprise partenaire de la Cifre. En effet, nos données nous permettent de distinguer entre : (1) les micro-entreprises, (2) les PME, (3) les ETI et (4) les Grands Groupes. Les données sont synthétisées dans la Figure 8 ci-dessous.

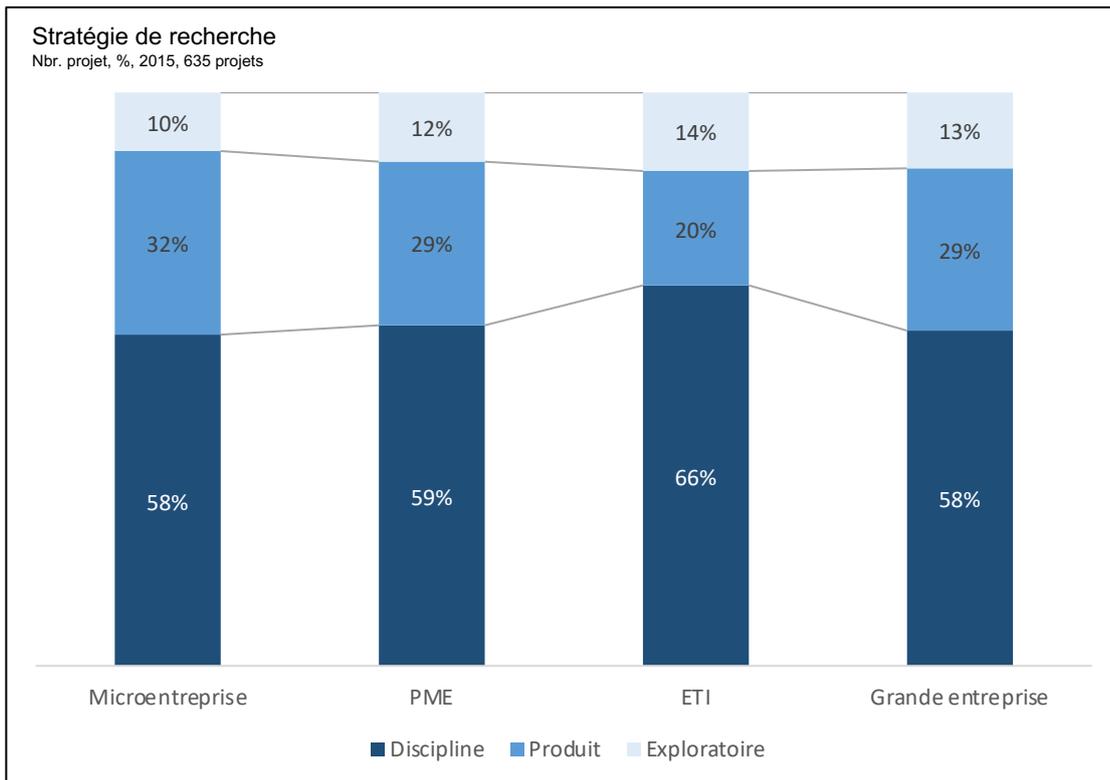


Figure 8 - Répartition des stratégies de recherche par type d'entreprise

Ces éléments d'analyses nous permettent de montrer qu'il y a très peu de variabilité dans le recours à une stratégie donnée en fonction du type d'entreprise retenu. Cet apport est intéressant, car il permet de montrer que les PME et les micro-entreprises n'ont pas tendance à rechercher davantage que les plus grandes entreprises des travaux de recherche qui visent leurs propres produits ou service : au contraire, l'enjeu de construire l'avenir en développant de nouvelles compétences scientifiques semble clé.

Enfin, nous pouvons étudier le rapport entre la stratégie de recherche et la discipline scientifique de la thèse. En effet, notre échantillon étant représentatif des différentes disciplines scientifiques couvertes par les thèses Cifre et leurs poids relatifs, davantage de thèses par exemple en ingénierie et en télécommunications et sciences de l'information sont financées, qu'en physique ou mathématiques. Les données sont présentées dans la Figure 9 ci-après.

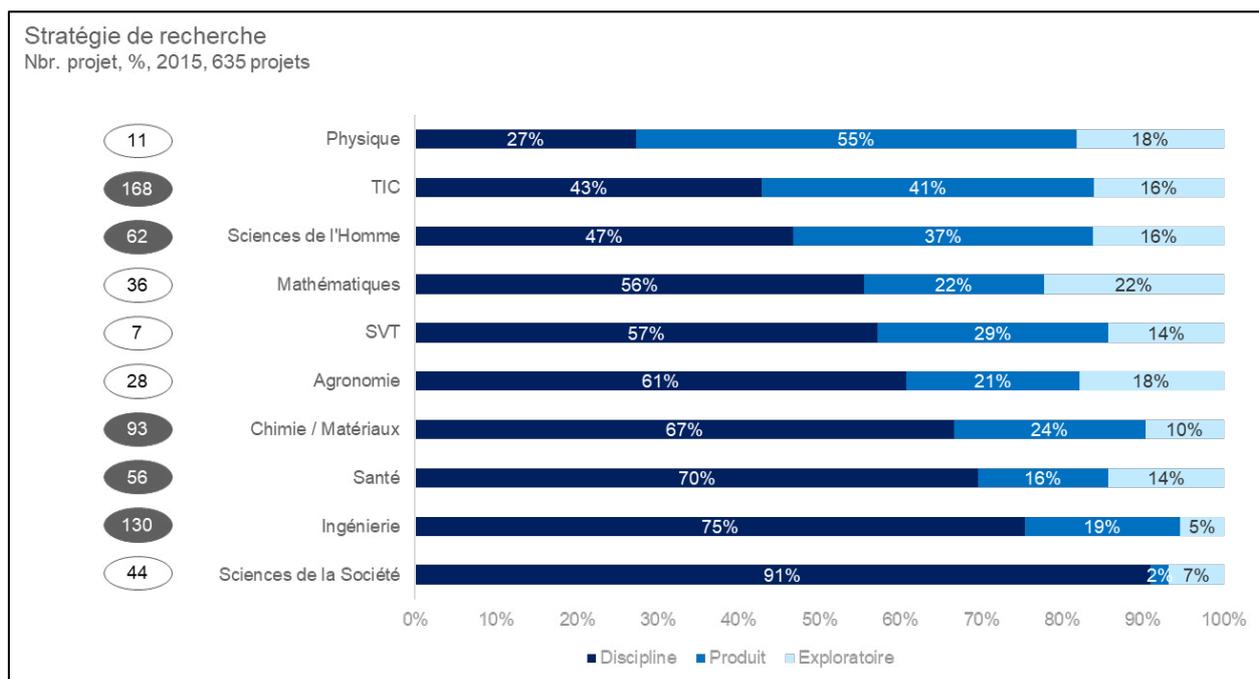
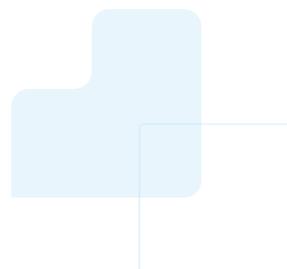


Figure 9 - Répartition des stratégies de recherche par discipline scientifique

Ainsi, ces éléments nous permettent de remarquer que la stratégie de recherche est un facteur qui semble notamment corrélé au choix d'un type de stratégie de recherche. Les sciences de la communication, de l'homme et la physique sont particulièrement orientées vers des stratégies fondées sur un produit ou un service, tandis que les sciences de la société, l'ingénierie et la santé sont principalement tournées vers des stratégies de recherche disciplinaires.

Après avoir présenté la variété des modes de collaboration, nous pouvons désormais discuter les différents modes de collaboration observés dans les thèses Cifre.





4.1.2. ÉTUDE DESCRIPTIVE DES MODES DE COLLABORATION :

Concernant l'étude des modes de collaboration, nous avons défini trois catégories en fonction du temps passé par le doctorat dans l'entreprise et dans le laboratoire de recherche. Cette donnée nous semble intéressante, car elle constitue un descripteur de la répartition des connaissances et compétences dans chacune des institutions et qui permet au doctorant de mener à bien son projet scientifique. On notera qu'il est possible dans le contrat de collaboration d'étudier le mode de collaboration prévu ex-ante, et de le constater ex-post dans les questionnaires adressés aux doctorants en fin de Cifre. Ainsi, les différents modes de collaboration sont représentés dans la Figure 10 ci-dessous.

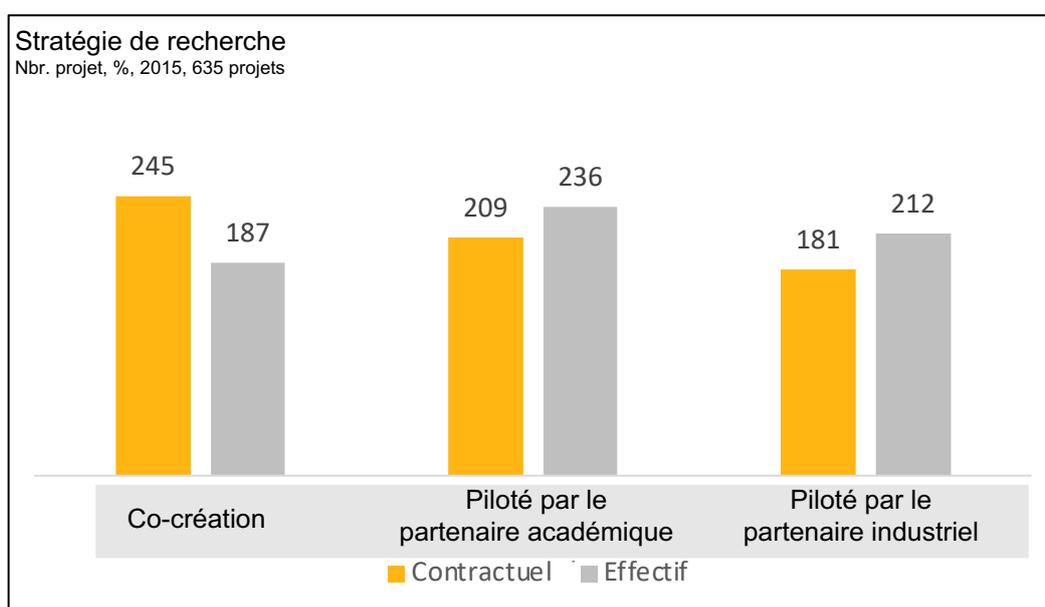


Figure 10 - Répartition des thèses Cifre par mode de collaboration

Une fois encore, notre approche permet de factueliser que les 2/3 des thèses Cifre ne sont pas principalement pilotés par l'industrie, contrairement à une potentielle idée reçue. Nous pouvons souligner qu'une thèse sur trois s'appuie sur un véritable partage collaboratif des connaissances : le doctorant a besoin de capitaliser sur les connaissances des deux acteurs pour mener à bien son travail scientifique.

On note également une légère disparité entre l'objectif ex ante et la réalité de la conduite de la thèse, qui impacte négativement la co-création. On retrouve l'idée ici largement débattue dans la littérature que la collaboration science – industrie n'est pas aisée, et qu'il existe un certain nombre de barrières à dépasser pour mener à bien le projet.

Ces éléments sur les modes de collaboration et les stratégies de recherche nous permettent de synthétiser nos travaux dans une matrice à neuf cases.

4.1.3. MATRICE DE SYNTHÈSE DES ARCHÉTYPES DE THÈSES CIFRE

Nos travaux de caractérisation des différents types de stratégies de recherche et de modes de collaboration dans les thèses Cifre nous permettent de synthétiser nos apports dans une matrice à neuf cases représentées ci-dessous (Figure 11).

Nous avons notamment tenté de nommer chaque type de thèses Cifre, et avons indiqué la répartition (nombre de projet, pourcentage, et dégradé de bleu pour indiquer l'intensité du nombre de projets).

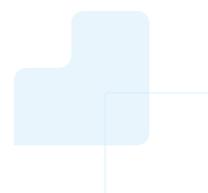
STRATÉGIES DE RECHERCHE	Exploratoire (13 % projets)	Exploration industrielle radicale (27 projets, 4,3%)	Co-exploration radicale (30 projets, 4,7%)	Exploration scientifique radicale (23 projets, 3,6%)
	Discipline (60% projets)	Développement de nouvelles connaissances industrielles (95 projets, 15,0%)	Co-creation de nouvelles connaissances scientifiques (146 projets, 23,0%)	Développements de nouvelles connaissances scientifiques avec sponsor industriel (143 projets, 22,5%)
	Produit (27% projets)	Amélioration des produits industriels par la science (59 projets, 9,3%)	Découverte-invention inversée par co-conception (69 projets, 10,9%)	Demande industrielle de production de nouvelles connaissances scientifiques (43 projets, 6,8%)
		Pilotée par l'industrie (28% projets)	Co-creation (39% projets)	Pilotée par l'académie (33% projets)
		MODES DE COLLABORATION		

Figure 11 - Matrice à neuf cases et répartition des projets

Cette analyse sous forme de matrice nous permet de remarquer que les thèses Cifre constituent un dispositif original favorisant **un double impact science-industrie** selon des formes variées.

Il nous faut remarquer que les couplages qui auraient pu apparaître comme classiques, c'est-à-dire (1) une thèse Cifre pilotée par l'académique avec une stratégie de recherche disciplinaire, et (2) une thèse Cifre pilotée par l'industrie avec une stratégie de recherche produit / service ne sont pas majoritaires (31,8% des projets recensés). Cela signifie que les thèses Cifre s'appuient sur des relations complexes. Indéniablement, les thèses Cifre tendent à la co-création de connaissances scientifiques, avec une teinte plus ou moins « académique » ou « industrielle » selon les projets. Cette rencontre relève davantage « d'un choc positif » entre deux entités au fonctionnement et aux connaissances indépendantes qui impliquent cette variété de modèles.

Nous espérons que cette matrice pourra à la fois constituer un aperçu des différents types de thèses Cifre, mais également un outil d'aide à la contractualisation entre les parties pour envisager différents types de stratégies et différents modes de pilotage afin d'aligner la gouvernance et les attendus.



4.1.4. ANALYSES QUALITATIVES DES STRATÉGIES DE RECHERCHE À PARTIR DES CARACTÉRISTIQUES DES ORGANISATIONS ET DU DÉROULÉ DE LA THÈSE :

Afin de tirer parti des données qualitatives issues des questionnaires, nous proposons une approche exploratoire en étudiant les corrélations de spearman pour chacune des variables récoltées.

Nous présentons dans le Tableau 3 ci-dessous nos résultats, en ne faisant apparaître que les corrélations significatives (cor sup. $\pm 1\%$)⁶. Le calcul des corrélations est effectué successivement pour les trois types de stratégies.

Catégories	Variables	Corrélation	p-value
Stratégie de recherche : Discipline			
<i>Caractéristiques de l'entreprise</i>	L'entreprise a un département de R&D	-9.5%	**
	C'est la première CIFRE	-8.4%	**
	La PI est exclusive	-7.6%	*
	L'entreprise est une start-up	-7.1%	*
Stratégie de recherche : Produit			
<i>Caractéristiques de l'entreprise</i>	L'entreprise est une start-up	10.0%	**
<i>Caractéristiques de l'université</i>	Recherche d'un terrain expérimental	-8.6%	**
	PI exclusive pour l'université	6.6%	*
<i>Caractéristiques du doctorant</i>	Le doctorant est intéressé par la science davantage que par le commercial	-11.6%	***
<i>Caractéristiques de la collaboration</i>	Au moins un comité de pilotage par trimestre	6.6%	*
	Au moins un comité de pilotage par année	7.5%	*
	Ecart temps passé effectif vs. contractuel entreprise	7.9%	**
	Temps effectif passé dans l'entreprise par le doctorant	11.9%	***
Stratégie de recherche : Exploratoire			
<i>Caractéristiques de l'entreprise</i>	L'entreprise a un département de R&D	6.6%	*
	C'est la première CIFRE	16.3%	***
<i>Caractéristiques du doctorant</i>	Le doctorant est intéressé par la science davantage que par l'industrie	9.6%	**
<i>Caractéristiques de la collaboration</i>	Le doctorant a dû mener des tâches annexes non liées à la recherche	-6.6%	*

Tableau 3 - Corrélations avec les stratégies de recherche - caractéristiques et partenaires

Concernant la stratégie disciplinaire, ces éléments nous permettent de montrer que celle-ci est moins fréquente (comparativement aux autres stratégies) dans des cas où c'est la première Cifre menée par l'organisation et lorsque l'entreprise est une start-up. Ce type de thèse est également moins fréquemment associée à des contrats où la propriété intellectuelle est exclusive pour l'une ou l'autre des organisations.

Concernant la stratégie produit / service, celle-ci semble marquée plus fréquemment chez les entreprises qui se déclarent en tant que start-up dans le questionnaire post-thèse, et qui adoptent des conditions de propriété intellectuelle avec exclusivité. Cette stratégie est également moins fréquemment sollicitée par des doctorants qui souhaitent s'orienter vers l'académie post-thèse, ou lorsque le directeur de thèse recherche un terrain expérimental pour tester une théorie. On remarque également qu'en termes de conduite de la thèse, ce type de thèse semble piloté au plus près par l'entreprise (multiples comités de pilotage, temps passé par le doctorant effectif plus important dans l'entreprise).

Enfin, concernant les stratégies exploratoires, elles sont plus marquées chez des entreprises qui possèdent déjà un département de R&D mais aussi lorsqu'il s'agit de la première thèse Cifre. Elles attirent davantage des doctorants intéressés par la science plutôt que par l'industrie, et les doctorants sont moins fréquemment que pour les autres thèses, amenés à conduire des tâches annexes non liées à la recherche.

Dans la sous-section suivante, nous étudions les performances scientifiques et industrielles des thèses Cifre en fonction de la stratégie de recherche retenue au démarrage de la thèse.

6- *** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,1 (cor sup. $\pm 1\%$)

4.2/ PERFORMANCES DES THÈSES CIFRE EN FONCTION DE LA STRATÉGIE DE RECHERCHE



Dans un premier temps, nous menons une analyse d'impact des différentes stratégies de recherche sur les proxys usuels des performances scientifiques et techniques. Dans un second temps, nous procédons à une analyse exploratoire des données qualitatives en recourant à une analyse de corrélations.

Nous souhaitons d'abord rappeler que nous ne cherchons pas à comparer thèses Cifre et non Cifre (d'autant que la richesse des données sur les Cifre ne nous permet pas d'appréhender des analyses à une maille aussi fine pour les thèses non-Cifre), mais bien à comparer les performances des thèses Cifre en fonction de notre caractérisation précédente. Nous notons également qu'il n'est pas possible de discuter des performances pour chacune des neuf cases de la matrice, car notre échantillon s'avère trop restreint pour cela. Une analyse par stratégie de recherche a donc été plébiscitée.

4.2.1. ANALYSE D'IMPACT DES PROXYS CLASSIQUES

Dans une première approche, nous pouvons étudier les performances ex-post des thèses Cifre en fonction de leurs stratégies de recherche à partir des proxys usuels. En particulier, les performances scientifiques sont mesurées à partir du nombre de publications dans des revues internationales classées (HCERES Rang A) telles que renseignées par le doctorant dans le questionnaire de fin de Cifre. Les performances industrielles sont mesurées à partir du nombre de brevets déposés en lien avec la thèse, tel que déclaré par le responsable industriel dans le questionnaire ex-post.

Premièrement, nous pouvons analyser les performances en termes de publications scientifiques. Nos résultats sont présentés dans la Figure 12 ci-dessous, et comprennent un test de significativité des différences de performances enregistrées. Il apparaît qu'au cours de la thèse, un doctorant ayant adopté une stratégie exploratoire publiée en moyenne 0.846 article dans des revues internationales classées.

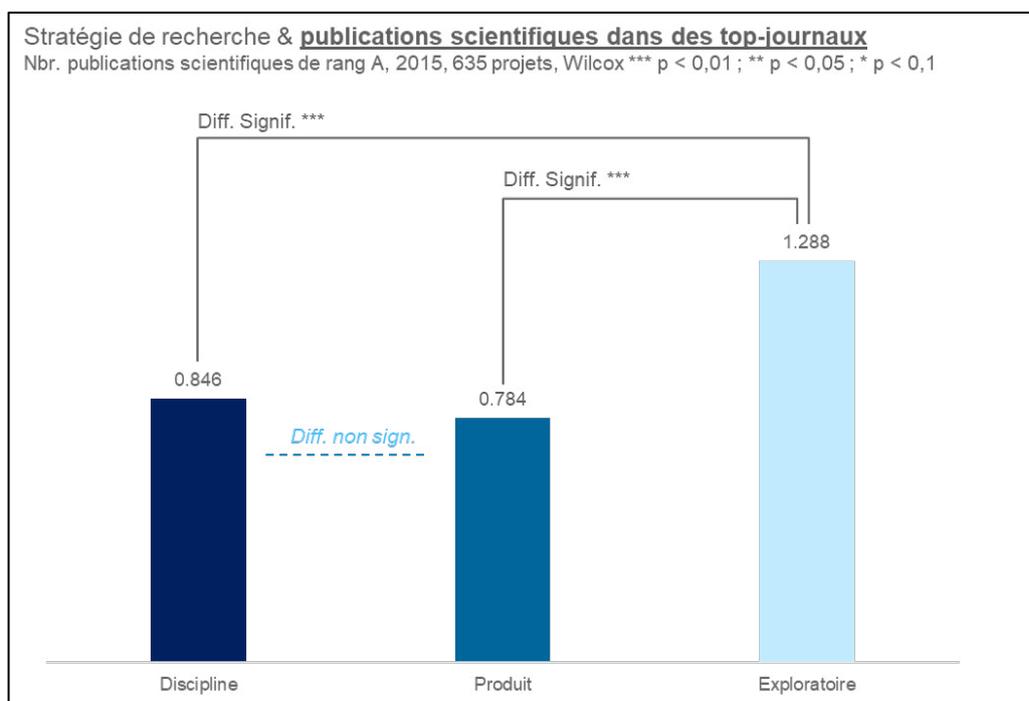


Figure 12 - Performances scientifiques et stratégies de recherche

Ces éléments nous permettent de montrer que contrairement à l'idée reçue qui voudrait que des thèses orientées vers les produits ou les services souffrent de difficultés quant à leurs performances scientifiques, ce n'est pas le cas ici. En effet, les thèses Cifre adoptant des stratégies disciplinaires ou orientées vers les produits ou services conduisent en moyenne à une production scientifique équivalente. Cela traduit une forme de normalisation de la production scientifique de ces deux types de thèses. Par ailleurs, nous montrons également que les thèses exploratoires, bien que rares, disposent d'un premium en termes de publications scientifiques comparativement aux deux autres stratégies de recherche.

Deuxièmement, nous pouvons analyser les performances industrielles à partir du nombre de brevets déposés en lien avec la thèse Cifre, un indicateur classique des performances industrielles. Nos résultats, présentés dans la Figure 13 ci-dessous, comprennent également un test de significativité de la différence. Ici, le dépôt de brevet est plus rare : un doctorant orienté dans une thèse disciplinaire dépose en moyenne 0.214 brevets par thèse.

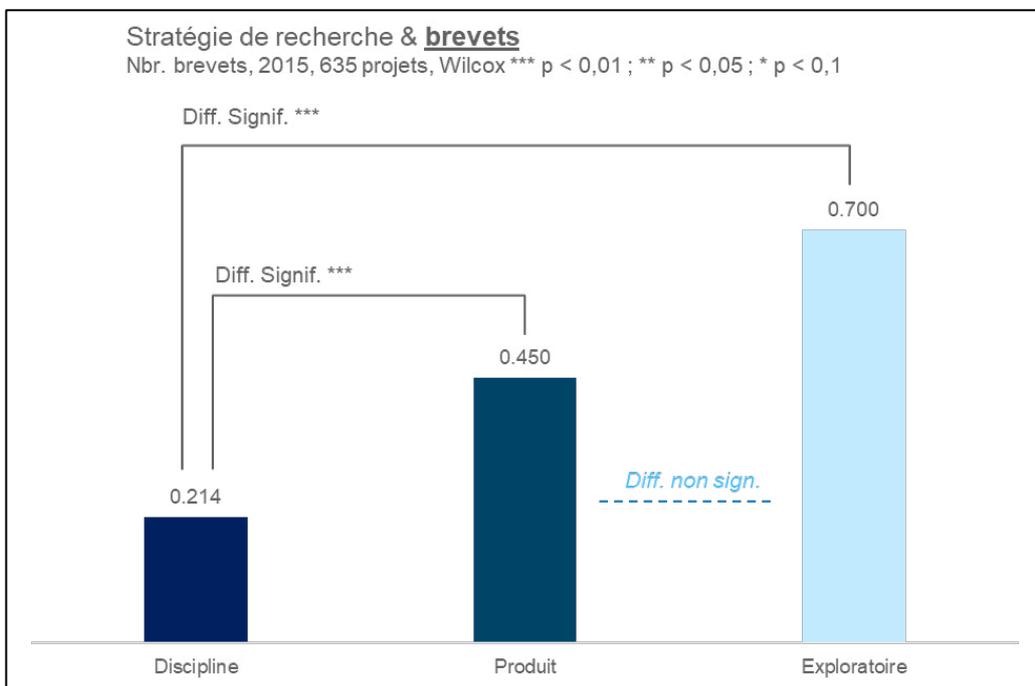


Figure 13 - Performances industrielles et stratégies de recherche

Nous pouvons remarquer ici que bien que les thèses exploratoires semblent davantage conduire à des brevets que les thèses orientées vers des produits ou des services, la taille de l'échantillon restreinte pour les thèses exploratoires ne nous permet pas de conclure sur une différence systématique entre ces deux types de stratégies. Cela signifie qu'en moyenne, les thèses orientées vers des produits ou services et les thèses exploratoires conduisent à des performances industrielles similaires. Plus classiquement, les thèses orientées vers une stratégie disciplinaire conduisent plus rarement à un dépôt de brevet et sont ainsi dominées par les deux autres stratégies.

Ainsi, pour conclure, en mettant en exergue performances scientifiques et industrielles, il apparaît que les thèses exploratoires, bien que moins fréquentes, sont les plus prometteuses. En effet, d'une part elles favorisent des performances scientifiques significativement supérieures aux deux autres types de thèses. D'autre part, elles conduisent en moyenne à des performances industrielles supérieures aux deux autres types de stratégies, même si la différence avec la stratégie orientée produit n'est pas significative statistiquement.

4.2.2. ANALYSES QUALITATIVES DES PERFORMANCES

Dans une seconde approche, nous avons recours à une analyse de corrélation entre les stratégies de recherche et les performances autre que les proxys classiques évoqués précédemment. L'approche est similaire à l'analyse précédente (voir section ci-dessus) et uniquement les corrélations les plus marquées sont reportées⁷, et les données sont présentées dans le Tableau 4 ci-dessous.

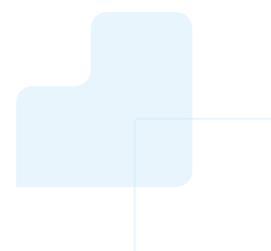
Catégories	Variabes	Corrélation	p-value
<i>Stratégie de recherche : Discipline</i>			
<i>Performances</i>	Thèse considérée comme innovation de rupture par l'entreprise	-12.7%	***
	L'université a pu financièrement valoriser le travail effectué	-9.9%	**
	Le doctorant a obtenu un prix	-7.5%	*
	L'entreprise a acquis des nouvelles compétences	-7.4%	*
<i>Stratégie de recherche : Produit</i>			
<i>Performances</i>	L'université a pu financièrement valoriser le travail effectué	-12.6%	***
	L'entreprise a pu créer / améliorer un produit ou un service, créer un prototype	8.4%	**
	Thèse considérée comme innovation de rupture par l'entreprise	12.8%	***
<i>Stratégie de recherche : Exploratoire</i>			
<i>Performances</i>	L'entreprise a pu créer / améliorer un produit ou un service, créer un prototype	-6.6%	*
	L'entreprise a acquis des nouvelles compétences	6.9%	*
	L'université a pu financièrement valoriser le travail effectué	7.3%	*
	L'université a pu financièrement valoriser scientifiquement le travail effectué	7.7%	*
	Le doctorant a obtenu un prix	10.9%	***

Tableau 4 - Corrélations avec les stratégies de recherche - performances

Nous pouvons remarquer que la thèse disciplinaire semble plus classique et moins innovante que les autres types de thèses : elles conduisent rarement à des innovations considérées comme de ruptures par les entreprises, le travail est plus difficilement valorisable par l'université, les entreprises acquièrent plus difficilement de nouvelles compétences, et le doctorant est moins susceptible d'obtenir un prix. Rappelons toutefois que ces thèses constituent la majorité des projets de Cifre.

Les thèses orientées vers le produit ou le service semblent paradoxalement difficilement valorisables par l'université, mais conduisent plus souvent à des prototypes et des innovations considérées comme de rupture par l'entreprise.

Enfin, les thèses exploratoires ont tendance à favoriser l'acquisition de nouvelles connaissances pour l'entreprise, valorisable financièrement et scientifiquement par l'université. Indicateur de ces stratégies scientifiques ambitieuses : les doctorants sont plus susceptibles d'obtenir un Prix de thèse.



05

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

La thèse Cifre constitue un dispositif phare du système de recherche français, en permettant des collaborations fructueuses entre science et industrie. Si quelques études ont porté, principalement au niveau européen, sur une comparaison entre doctorat collaboratif science - industrie, et doctorat traditionnel, peu de travaux se sont penchés sur une étude fine de la thèse Cifre en tant que telle.

Les objectifs de ces travaux de recherche étaient donc dans un premier temps de mieux comprendre la nature des doctorats collaboratifs science - industrie, en prenant le cas de la thèse Cifre. L'enjeu principal ici était de définir plusieurs archétypes de thèses possibles, en fonction de modes de collaborations et de stratégies de recherche différenciés. Dans un second temps, l'équipe a cherché à mieux comprendre les performances scientifiques et industrielles de ces thèses, dans une logique dite de double impact science - industrie. Ces travaux apparaissent importants dans un contexte où le nombre de thèses Cifre financées par le MESR et pilotées par l'ANRT est amené à croître dans les prochaines années.

Après avoir développé une méthodologie de recherche ambitieuse et rigoureuse permettant de classer les thèses selon trois stratégies de recherche distinctes, nous avons pu rendre compte, dans une matrice de neuf cases, neuf archétypes de thèses. Tout d'abord, il apparaît que le dispositif Cifre permet de soutenir des approches particulièrement variées du double impact. En effet, alors que l'on aurait pu penser que la majorité des thèses relèverait de couplages classiques (stratégie de recherche focalisée sur un produit ou un service et pilotée par l'industrie, et plus rarement des stratégies de recherche plus traditionnelles, disciplinaires, et pilotées par l'académique), ces cas ne sont pas majoritaires. Ainsi, le dispositif Cifre permet de soutenir des projets sur l'ensemble du spectre des relations science - industrie. Plus spécifiquement, nous montrons que le dispositif favorise la co-création de connaissances

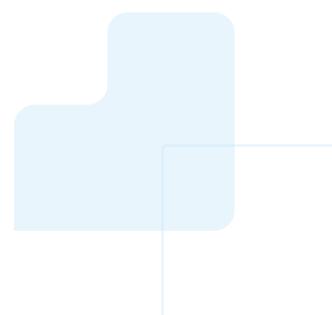
scientifiques (40% des projets) et l'approche par la stratégie de recherche disciplinaire est majoritaire (60% des projets) : la recherche scientifique partenariale de haut niveau constitue la pierre angulaire du dispositif. La thèse Cifre peut même parfois, favoriser l'exploration radicale de champs nouveaux, bien que cette catégorie soit moins fréquente. Ainsi, ces résultats appellent à réviser notre compréhension des collaborations science-industrie en distinguant la richesse des approches à double impact possibles. Enfin, il faut souligner que nous n'avons pas identifié de différences structurelles dans les stratégies de recherche retenues entre grands groupes et plus petites entreprises.

Dans un deuxième temps, nous avons analysé les performances scientifiques et industrielles en fonction des stratégies de recherche, afin de mieux comprendre les conditions de réalisation du double impact. Tout d'abord, il apparaît que les stratégies de recherche exploratoires sont les plus performantes en termes de capacité à favoriser une logique de double impact science – industrie, et ce de façon simultanée. Il s'agit de projets qui visent des applications concrètes, mais qui nécessitent pour cela d'explorer des champs nouveaux de la recherche fondamentale, dans des contextes particulièrement exploratoires. Nous montrons également qu'alors que la littérature évoque les effets potentiellement négatifs d'une stratégie de recherche focalisée sur les produits ou les services de l'entreprise sur les performances scientifiques, ce n'est pas ce que nous observons dans nos données. Ici, il apparaît que l'impact industriel est indépendant de l'impact scientifique : les stratégies de recherche disciplinaires et focalisées sur un produit ou un service conduisent à des performances scientifiques similaires.

Ces résultats visent à aider les acteurs impliqués dans les Cifre, ou ceux qui souhaiteraient y accéder, à mieux comprendre le type de projets pouvant être supportés par ce dispositif, et les différences performances attendues dans chaque type de cas. Nous espérons que la matrice à neuf cases (voir Figure 1, voir p. 8) pourra constituer un nouveau standard utilisable par les partenaires du dispositif Cifre dans leurs phases de contractualisation ou de négociations pour fluidifier les relations et la compréhension mutuelle des attendus de chacun.

Ces résultats viennent également mettre l'accent sur les stratégies de recherche exploratoires, qui surperforment, mais restent limitées. Ce résultat ouvre des pistes pour une réflexion plus globale sur le développement d'outils et de mesures qui permettraient de favoriser ce type de projet.

Enfin, ces résultats sont à mettre en exergue avec les réflexions au niveau mondial sur la logique de recherche à double impact science – industrie. Les Etats-Unis, l'Allemagne, le Japon et le Royaume-Uni ont développé de nouveaux instituts de recherche ces cinq dernières années, fondés sur un modèle de double impact (ARPA-E, ARPA-C, ARPA-H, ARIA, Moonshot, etc.) et de relations de recherche fécondes avec l'industrie. Si la France semble être restée en retrait de ces réflexions, le dispositif Cifre constitue un outil historique favorisant des formes multiples de double impact, à renforcer et rendre encore davantage visible.



BIBLIOGRAPHIE

ANRT (2020). « Présentation du Dispositif Cifre », p. 46.

Borrel-Damian L., Morais R., Smith J.H. (2015). « Collaborative Doctoral Education in Europe: Research Partnerships and Employability for Researchers ».

Buenstorf G., Heinisch D.P. (2020). « When do firms get ideas from hiring PhDs ? », *Research Policy*, 49, n° 3, p. 103913.

Butcher J., Jeffrey P. (2007). « A view from the coal face: UK research student perceptions of successful and unsuccessful collaborative projects », *Research Policy*, 36, n° 8, p. 1239-1250.

Cabanes B. (2017). *Modéliser l'émergence de l'expertise et sa gouvernance dans les entreprises innovantes : des communautés aux sociétés proto-épistémiques d'experts*, Thèse de doctorat, Mines Paristech - Paris Sciences & Lettres.

Cabanes B., Masson P. Le, Weil B. (2020). « Organiser la création de connaissance pour l'innovation de rupture: Des communautés aux sociétés proto-épistémiques d'experts », *Revue Française de Gestion*, 46, n° 288, p. 35-60.

Comptes C. des (2018). « Les outils du PIA consacrés à la valorisation de la recherche publique », PARIS.

Gaughan M., Robin S. (2004). « National science training policy and early scientific careers in France and the United States », *Research Policy*, 33, n° 4, p. 569-581.

Gertner D., Roberts J., Charles D. (2011). « University-industry collaboration: a CoPs approach to KTPs », *Journal of Knowledge Management*, 15, n° 4, p. 625-647.

Granata S.N., Dochy F. (2016). « Applied PhD research in a work-based environment: an activity theory-based analysis », *Studies in Higher Education*, 41, n° 6, p. 990-1007.

Grimm K. (2018). « Assessin the industrial PhD: Stakeholder insights », *Journal of Technology and Science Education*, 8, n° 4, p. 214-230.

Gustavsson L., Nuur C., Söderlind J. (2016). « An Impact Analysis of Regional Industry–University Interactions: The Case of Industrial PhD Schools », *Industry and Higher Education*, 30, n° 1, p. 41-51.

Harryson S., Kliknaite S., Dudkowski R. (2007). « Making innovative use of academic knowledge to enhance corporate technology innovation impact », *International Journal of Technology Management*, 39, n° 1-2, p. 131-157.

Kerr C.I., Ivey P.C. (2003). « The Engineering Doctorate model of consultant/researcher/innovator/entrepreneur for new product development - A gas turbine instrumentation case study », *Technovation*, 23, n° 2, p. 95-102.

Kihlander I., Nilsson S., Lund K., Ritzen S., Bergendahl M.N. (2011). « Planning Industrial Phd Projects in Practice: Speaking Both 'Academia' and 'Practitionese' », 18Th International Conference on Engineering Design (Iced 11): Impacting Society Through Engineering Design, 8, n° August, p. 100-109.

Klasing Chen M., Aknin P., Lagadec L.-R., Laousse D., Masson P. Le, Weil B. (2017). « Designing the missing link between science and industry: Organizing partnership based on dual generativity », 21st International Conference on Engineering Design, ICED 2017, 4, n° DS87-4, p. 307-316.

Lambert R. (2003). « Lambert Review of Business–University Collaboration, Final Report ».

Malfroy J. (2011). « The impact of university-industry research on doctoral programs and practices », *Studies in Higher Education*, 36, n° 5, p. 571-584.

Neumann R. (2005). « Doctoral Differences: Professional doctorates and PhDs compared », *Journal of Higher Education Policy and Management*, 27, n° 2, p. 173-188.

Perkmann M., Salandra R., Tartari V., McKelvey M., Hughes A. (2021). « Academic engagement: A review of the literature 2011-2019 », *Research Policy*, 50, n° 1.

Perkmann M., Tartari V., McKelvey M., Autio E., Broström A., D'Este P., Fini R., Geuna A., Grimaldi R., Hughes A., Krabel S., Kitson M., Llerena P., Lissoni F., Salter A., Sobrero M. (2013). « Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university-industry relations », *Research Policy*, 42, n° 2, p. 423-442.

Plantec Q. (2021). *Couplages science – industrie à double impact : modélisation et tests empiriques*, Thèse de doctorat, MinesParistech - PSL Université, 516 p.

Plantec Q., Sternberger C., Masson P. Le, Weil B. (2021). « Crises sanitaires et contributions industrielles à la recherche scientifique », *Revue Française de Gestion*, 47, n° 299, p. 11-29.

Roolaht T. (2015). « Enhancing the Industrial PhD Programme as a Policy Tool for University–Industry Cooperation », *Industry and Higher Education*, 29, n° 4, p. 257-269.

Salimi N., Bekkers R., Frenken K. (2015a). « Governance mode choice in collaborative Ph.D. projects », *Journal of Technology Transfer*, 40, n° 5, p. 840-858.

Salimi N., Bekkers R., Frenken K. (2015b). « Does working with industry come at a price? A study of doctoral candidates' performance in collaborative vs. non-collaborative Ph.D. projects », *Technovation*, 41, p. 51-61.

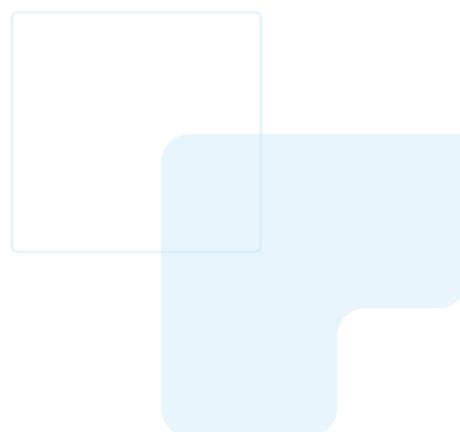
Salimi N., Bekkers R., Frenken K. (2016). « Success factors in university–industry PhD projects », *Science and Public Policy*, 43, n° 6, p. 812-830.

Salminen-Karlsson M., Wallgren L. (2008). « The interaction of academic and industrial supervisors in graduate education : An investigation of industrial research schools », *Higher Education*, 56, n° 1, p. 77-93.

Schartinger D., Rammer C., Fröhlich J. (2006). « Knowledge interactions between universities and industry in Austria: Sectoral patterns and determinants », *Innovation, Networks, and Knowledge Spillovers: Selected Essays*, 31, p. 135-166.

Slaughter S., Campbell T. (2002). « The " Traffic " in Graduate Students : Graduate Students as Tokens of Exchange between Academe and Industry », *Science, Technology & Human Values*, 27, n° 2, p. 282-312.

Thune T. (2009). « Doctoral Students on the University–Industry Doctoral Interface: A Review of the Literature », *Higher Education*, 58, n° 5, p. 637-651.





anRT

ASSOCIATION NATIONALE
RECHERCHE TECHNOLOGIE

33 rue Rennequin
75017 - PARIS
Tél : +33(0)1 55 35 25 50
com@anrt.asso.fr
www.anrt.asso.fr

Cifre

