

POUR OBTENIR LE GRADE DE
**DOCTEUR DE
L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX**

ÉCOLE DOCTORALE
ENTREPRISE, ÉCONOMIE, SOCIÉTÉ - E.D. 42

Par **Aurélie BEAUGENCY**

**CAPACITÉS DYNAMIQUES ET COMPRÉHENSION DES
ENJEUX SECTORIELS : APPORTS DE L'INTELLIGENCE
TECHNOLOGIQUE AU CAS DE L'AVIONIQUE**

Sous la direction de **M. Damien TALBOT**
(Co-directeur : **M. Nicolas MOINET**)

Soutenue le 26 novembre 2015

Membres du jury :

M. DUPUY Claude,
Professeur, Université de Bordeaux

Mme LAZARIC Nathalie,
Professeur, Université de Nice Sophia Antipolis, *rapporteur*

M. LIÈVRE Pascal,
Professeur, Université de Rennes 2 et Université d'Auvergne, *rapporteur*

M. GATTI Marc,
Directeur R&T, Thales Avionics, responsable industriel

M. GRIMAND Amaury,
Professeur, Université de Poitiers

M. MOINET Nicolas,
Professeur, Université de Poitiers

M. TALBOT Damien,
Professeur, Université d'Auvergne

Capacités dynamiques et compréhension des enjeux sectoriels : apports de l'intelligence technologique au cas de l'avionique.

Résumé

La compréhension des dynamiques d'un environnement, qu'elles soient technologiques ou concurrentielles, tient une place importante dans les réflexions sur l'adaptation et la survie des firmes. Dans le cas de l'avionique, les bouleversements des années 2000 sont les conséquences de profonds changements dans ses deux secteurs de référence, l'aéronautique et l'électronique, ce qui amène le Département Calculateurs de la Division Avionique du Groupe Thales à s'interroger sur sa capacité à saisir ces changements. Dans ces travaux, nous proposons d'examiner l'un de ces mécanismes, les capacités dynamiques *sensing* (définies comme les aptitudes déployées par les firmes pour adapter les routines et capacités organisationnelles) et de l'opérationnaliser au travers de la capacité d'intelligence technologique.

Par l'étude du déploiement de cette capacité au sein du Département, nous montrons en quoi l'intelligence technologique est une capacité participant du processus d'apprentissage de la firme, déployée par les managers pour agir sur les processus de définition des Politiques Produits. Pour atteindre cet objectif, nous avons adopté une démarche de recherche-intervention (menée dans le cadre d'une Convention Industrielle CIFRE) s'articulant en deux temps. Premièrement, nous montrons au travers de l'opérationnalisation de la capacité d'intelligence technologique au sein du Département que cette dernière sert les managers dans la définition des Politiques Produits. Deuxièmement, les résultats des études techniques menées pour ce déploiement contribuent à la compréhension des dynamiques scientifiques et techniques du secteur avionique.

Mots-clés : Capacités dynamiques – Capacité *sensing* – Intelligence technologique – Intelligence économique – Aéronautique – Avionique – Analyses sectorielles – Innovation

Dynamic capabilities and understanding of sectoral issues: Technological Intelligence's contribution to the case of avionics.

Abstract:

The understanding of the scientific dynamics of an environment, whether technological or competitive, occupies a predominant place in the discussion of adaption and survival of firms. In the case of avionics, the upheaval in the 2000's is the consequence of profound changes in its two main sectors, aeronautics and electronics. This drove the Computer Department, part of the Avionics Division of Thales Group, to question its ability to handle these evolutions. In this thesis, we examine one of these mechanisms, the sensing dynamic capability (defined as the aptitudes deployed by firms in order to adapt routines and organizational capabilities) and we put it into practice through technological intelligence capability.

By studying the deployment of this ability inside the Department, we show how technological intelligence contributes to the learning process of the firm, as it is used by managers in order to influence the selection process of Product Policy. In order to achieve this, we adopted a research-intervention methodology (with the support of an industrial agreement CIFRE) based on two steps. First of all, we show that through the operationalization of the technological intelligence ability in the department, managers put the latter to use in the selection of product policies. Secondly, the results of the technical studies conducted for this deployment add to the understanding of the scientific and technological dynamics of the avionics sector.

Keywords: Dynamic capabilities – *Sensing ability* – Technological Intelligence – Competitive Intelligence – Aeronautics – Avionics – Sectoral analyses – Innovation

Unité de recherche :

GREThA, UMR CNRS 5113, Université de Bordeaux, Avenue Léon Duguit, 33608, Pessac, France.



Cette thèse a été réalisée au sein du laboratoire de recherche du GREThA (UMR CNRS 5113) dans le cadre d'une Convention Industrielle de Formation par la Recherche (CIFRE) signée avec Thales Avionics et le CEREGE.

L'Université de Bordeaux, le GREThA, le CEREGE et Thales Avionics n'entendent donner aucune approbation ni improbation aux opinions exprimées dans les thèses. Ces opinions doivent être considérées comme propres à leur auteur.

Remerciements

Parce que la thèse n'est pas un long fleuve tranquille, je tiens ici à remercier tous ceux qui m'ont accompagnée et soutenue durant ces trois années et qui ont, par leurs encouragements, leur implication ou simplement leur présence, très largement contribué à l'aboutissement du travail restitué ici.

En premier lieu, je tiens à remercier les membres du jury, Claude Dupuy, Nathalie Lazaric, Pascal Lièvre et Amaury Grimand d'avoir accepté de rapporter ce travail à la croisée de champs de recherche divers que j'ai, à travers vous, souhaité représenter.

J'adresse ensuite toute ma gratitude à mes deux directeurs. À Damien Talbot, que je remercie pour sa disponibilité, son soutien et ses conseils permanents, pour m'avoir dirigée tout au long de ces trois années. Je te remercie pour ces longues heures à discuter des multiples pistes de réflexion qui s'ouvraient et de la frustration ressentie à l'idée de devoir choisir. Il reste tant encore à explorer ! À Nicolas Moinet, sans qui cette aventure n'aurait pu être, qui m'a initiée à l'intelligence économique et encouragée à poursuivre dans cette voie, merci.

Quelques lignes ne suffisent pas ici pour exprimer toute ma gratitude à mes encadrants au sein de Thales Avionics. À Marc Gatti et Didier Regis, pour la confiance que vous avez eu en moi, votre soutien inconditionnel pendant ces trois années. C'est en visionnaires que vous avez initié ce projet ambitieux et, quand je regarde tout le chemin parcouru pour porter ces idées, je ne peux que vous en remercier. Vos qualités techniques et humaines ont été précieuses pour mener à bien ce projet et sans votre écoute et votre disponibilité je n'aurais pas acquis ce « vernis technique » indispensable pour évoluer dans le secteur. Je remercie également Jean-Michel qui a pris l'avion en cours de vol, pour ton soutien et tes conseils. Enfin, j'adresse mes remerciements à tous ces « experts » qui, chez Thales, ont prêté une oreille attentive à ces travaux et au-delà, soutenu cette initiative et contribué à son avancement : Damien, Jacques, Bruno, Marc, Laurent, Jean-Michel, David, Stéphanie, François, Denis, Magnolia et tant d'autres... Merci également à l'ensemble du personnel du Département pour leur accueil et leur disponibilité tout au long de ces trois années.

Je remercie également les laboratoires du GREThA, du CEREGE et du CRCGM et leurs directeurs qui m'ont accueillie pour présenter et discuter mes travaux, ainsi que tous les chercheurs et doctorants qui ont participé à ces discussions. Merci à Vincent Frigant et Christophe Carrincazeaux pour m'avoir guidée sur les questions de modularité et de

compréhension des secteurs. Je remercie Jean-Christophe Pereau pour son soutien en tant que Directeur de l'École Doctorale. Je remercie également Jackie Kraft et les participants de la Summer School de Nice « *Knowledge Dynamics, Industry Evolution, Economic Development* » de juillet 2013.

Un clin d'œil à tous mes collègues qui ont largement contribué à ce travail grâce à tous les instants d'évasion nécessaires à la prise de distance et qui m'ont permis de souffler pour mieux repartir : Enguerrand, Chris, Marie, Thierry, Yannis, Hadrien, Anouk, Thomas et tant d'autres. Merci à mes collègues du F357, anciens et présents, pour les discussions et encouragements : Diego, Luc, Amanda, Laurent, Marina, Guillaume, Samuel et merci aux voisins qui les ont aidés Nicolas, Alexandre, Léo, Johannes et Anissa, etc. Je vous lègue mes recettes des madeleines et muffins ! Je remercie également tous les ingénieurs de la plateforme Via Inno, Mathieu, Bernard, David et Jean-Paul.

Une pensée spéciale pour mes trois Mousquetaires, Romain, Alexandre et Xavier, merci pour toutes les discussions sérieuses et moins sérieuses, tous ces théorèmes scientifiques remis en cause et nos indispensables « docto-craquages ».

Enfin, je remercie aussi tous mes proches qui me suivent depuis plus longtemps sans vraiment comprendre ce que je fais mais qui ont toujours été présents. À mes amis Aurélie (x2), Fifie, Mel & Ju, Caro & Kiki, Mel & Audrey, Flora, Anthony, Damien et toute cette grande famille qu'est la musique, pendant trois ans j'ai eu la tête dans les nuages mais grâce à vous elle est encore sur mes épaules ! Je remercie Julien pour ta compréhension, ton soutien, ta patience et surtout pour ton investissement en fin de thèse. À ma famille enfin, pour m'avoir soutenue et encouragée pendant les périodes de doutes par votre présence, je vous dédie ce travail.

*« Attendre d'en savoir assez pour agir en toute lumière,
c'est se condamner à l'inaction ».*

Jean Rostand

Liste des abréviations et des sigles.....	3
Introduction Générale.....	5
Chapitre 1 Firmes, environnement et capacités dynamiques	23
1. Le rôle des connaissances dans l'adaptation des firmes	25
2. Les capacités dynamiques : aider la firme à évoluer dans un environnement instable.....	45
Chapitre 2 L'Intelligence Technologique, une capacité dynamique pour appréhender l'environnement scientifique et technique	65
1. Les « pratiques managériales » pour maîtriser l'environnement	67
2. L'intelligence technologique, une capacité dynamique pour comprendre et exploiter l'environnement scientifique et technique	78
Chapitre 3 Cadre conceptuel et méthodologique de la recherche.....	111
1. Fondements conceptuels de la recherche	114
2. Le cadre méthodologique de la recherche	125
3. Les données mobilisées pour la recherche.....	134
Chapitre 4 Déploiement de la capacité d'Intelligence Technologique au sein du Département Calculateurs	153
1. L'état des lieux des pratiques de surveillance de l'environnement au sein du Département Calculateurs.....	157
2. Le déploiement de la capacité d'intelligence technologique	166
Chapitre 5 Comprendre et analyser le secteur avionique par la capacité d'intelligence technologique	193
1. L'approche des Systèmes Sectoriels d'Innovation et de Production (SSIP) pour comprendre les dynamiques de l'environnement	196
2. L'application du cadre des SSIP : les enjeux scientifiques et techniques de l'avionique	206

Conclusion Générale	255
Bibliographie.....	267
Annexes.....	293
Liste des tableaux et figures	305
Table des matières	309

Liste des abréviations et des sigles

ATA	<i>Air Transport Association</i>
AVS	Division Avionique du Groupe Thales
CIB	Classification Internationale des Brevets (IPC en anglais)
CIFRE	Convention Industrielle de Formation par la Recherche
COPS	<i>COmplex Products and Systems</i>
COTS	<i>Commercial Off-The-Shelf</i>
CPI	Correspondant Propriété Intellectuelle
DC	Département Calculateurs
DT	Direction Technique
EASA	<i>European Aviation Safety Agency</i>
FAA	<i>Federal Aviation Administration</i>
KBV	<i>Knowledge-Based View</i>
IE	Intelligence Économique
IEEE	<i>Institute of Electrical Electronics Engineers</i>
IMA	<i>Integrated Modular Avionics</i> ou AMI Avionique Modulaire Intégrée
OEB	Office Européen des Brevets
PI	Propriété Intellectuelle
RBV	<i>Resource-Based View</i>
SECI	Socialisation, Externalisation, Combinaison et Internalisation (Cycle de la conversion des connaissances selon Nonaka et Takeuchi, 1995)
SSIP	Système Sectoriel d'Innovation et de Production
TQM	<i>Total Quality Management</i>
USPTO	<i>United States Patent and Trade Office</i>
VRIN	Valeur, Rareté, Inimitabilité et Non-substituable (critères des ressources-cœurs dans la théorie RBV)
WIPO	<i>World International Patent Office</i>

Introduction Générale

Étudier, comprendre, analyser, produire et tant d'autres mots, sont des notions auxquelles le chercheur est confronté dès le commencement de sa thèse :

1. étudier tout d'abord, puisque la réalisation d'une thèse requiert un effort de recherche qui s'inscrit dans un parcours universitaire long motivé par la volonté de comprendre un fait, un phénomène, un objet ;
2. puis comprendre, c'est apporter des éléments cognitifs d'interprétation de ce fait, de cet objet, qui permettent à un individu de saisir ce qu'il étudie pour ensuite l'analyser ;
3. ensuite analyser, qui représente un premier pas traduisant la volonté de partager ce que l'individu a saisi de la situation et pour laquelle il s'impose une démarche méthodique de réflexion pour aboutir à un éclairage de la situation ;
4. et enfin produire est la mise en avant du ou des résultats de ce travail de réflexion et d'analyse, l'extériorisation.

Ces quelques phrases résument bien partiellement le travail de thèse que nous allons restituer dans ce document et ils permettent d'éclairer le cheminement intellectuel qui est tant celui d'un individu que celui d'une firme face à tout problème, toute question. Dans un environnement qui se complexifie, dans une industrie mondialisée, les firmes doivent continuellement résoudre des problèmes pour assurer leur survie. Dans cette recherche, nous avons choisi de nous pencher sur la question du « comment » la firme va identifier un problème et y apporter une solution par l'acquisition de connaissances.

C'est dans ce cadre que nous réalisons ce projet de recherche pour le Département Calculateurs de la Division Avionique du groupe Thales.

1. Observer et apprendre de l'environnement

Face à la mondialisation des activités et de la concurrence, les firmes ont déployé des pratiques managériales afin de pouvoir observer et chercher à comprendre l'environnement dans lequel elles doivent évoluer. Mais avec les perspectives de développement de produits de plus en plus complexes, au sein d'écosystèmes où plusieurs acteurs interagissent au travers de

relations diverses favorisant l'innovation ouverte (concurrence, coopération, etc.), ce même environnement devient une source majeure de connaissances. Alors, la capacité des firmes à détecter et s'appropriier ces connaissances est devenue un enjeu pour la construction d'un avantage concurrentiel durable.

1.1. Les enjeux de l'observation des dynamiques scientifiques et technologiques du secteur

La compréhension des dynamiques scientifiques et technologiques du secteur est au cœur de nos travaux, non pas sous l'angle des économistes de l'innovation qui s'intéressent aux trajectoires des technologies sur les territoires (géographiques, sociaux) mais sous celui des économistes s'interrogeant sur le déploiement par les firmes de capacités à intégrer cette réflexion dans la définition de leurs stratégies (Foray, 2009). La transition d'une économie de production à une économie de la connaissance est une mutation centrale dans les réflexions actuelles des firmes, et celles-ci doivent désormais jouer sur un échiquier international où toute situation partenariale, commerciale, concurrentielle peut être rapidement inversée.

Cette question complexe nous amène ici à considérer plusieurs enjeux qui ont structuré ces travaux de recherche. Le premier d'entre eux est la compréhension des évolutions sectorielles. Les travaux menés en ce sens par les évolutionnistes font émerger le rôle central des changements techniques à l'origine des bouleversements structurels des secteurs (Nelson et Winter, 1982 ; Belis-Bergouignan, 2011). Ces changements techniques sont de nature et d'ampleur différentes selon les secteurs, sources d'opportunités pour la diffusion des technologies, ce qui conduit les économistes à distinguer une pluralité de régimes technologiques (Marsili et Verspagen, 2002). Deux sont ici déterminants pour notre cas d'étude : les régimes basés sur la science dont l'électronique est l'un des secteurs représentatifs et les régimes de systèmes complexes et d'ingénierie dans lesquels le secteur aéronautique se distingue. De plus, l'émergence de secteurs « frontaliers » dont les caractéristiques dépendent de deux secteurs ou plus est une problématique encore peu abordée par les travaux sur les dynamiques sectorielles. L'avionique est un secteur en croissance qui se nourrit des forces de ses deux secteurs d'appartenance, l'électronique et l'aéronautique, mais qui subit également les conséquences des trajectoires technologiques différentes, voire opposées, de ces deux secteurs. Si l'innovation de rupture, l'importance relative de l'art antérieur et de l'expérience conduisant à une base de connaissances peu cumulative sont les critères de définition de la trajectoire technologique de l'électronique, il en va autrement de

l'aéronautique. Secteur inscrit dans des processus de développements longs (5 à 7 ans en moyenne), caractérisé par la réalisation de systèmes de haute technologie, complexes et prévus pour une exploitation sur le long terme (20 à 30 ans contre moins de 7 ans en moyenne pour l'électronique dite grand public), l'aéronautique est un secteur où la maîtrise de l'art antérieur et la capacité à accumuler des connaissances des firmes sont des atouts importants pour leur survie. En nous appuyant sur le cadre des Systèmes Sectoriels d'Innovation et de Production (SSIP) (Malerba, 2002, 2009) nous proposons ici une application pour comprendre la structuration du secteur avionique.

Le deuxième enjeu est la capacité des managers des firmes confrontées à de tels changements environnementaux sources d'incertitudes tant technologiques, qu'institutionnelles ou encore concurrentielles, à remettre en cause, voire à ajuster leurs processus et capacités internes de décision et de production. Dans une économie globalisée de plus en plus turbulente, les entreprises doivent faire face à des changements et des ruptures hétérogènes fréquentes dans leur secteur. Leur compétitivité et leur pérennité dépendent de leur capacité d'anticipation et d'adaptation à ces changements (Dufour, 2010). Si aujourd'hui il est indéniable que les firmes évoluent dans un environnement avec lequel elles interagissent plus ou moins activement, la question des pratiques managériales développées pour comprendre cet environnement est posée. En sus d'être confrontés à des changements sectoriels et environnementaux permanents, les managers doivent désormais définir des stratégies en développant leur aptitude à séparer le bon grain de l'ivraie dans la masse d'informations qui leur parvient.

Dans une économie où la connaissance, son acquisition et sa gestion sont des priorités, les pratiques managériales se développent et se diversifient à l'initiative des managers pour offrir une représentation de l'environnement à un instant donné. S'il est indéniable que les firmes produisent encore aujourd'hui une part importante des connaissances nécessaires à leurs activités, l'évolution vers des produits de plus en plus complexes technologiquement les oblige désormais à ouvrir leur champ de vision et à ne plus ignorer les connaissances gravitant autour d'elles dans leur environnement. Non seulement le besoin de connaissances externes pour produire et innover est indispensable à leur survie mais de plus en plus la connaissance de la firme se construit en dehors des cadres internes et se matérialise autour d'un réseau, d'une chaîne collaborative dont le partage des savoirs et des connaissances est la clé (Chesbrough, 2006). Ainsi, la mise en évidence du lien étroit entre la capacité cognitive d'une firme et celle de son environnement est un axe d'étude important pour les recherches sur les capacités des firmes à percevoir et exploiter ce lien pour leur survie.

Dans ce travail, notre préoccupation est de construire ce lien, cette capacité à comprendre l'environnement et apprendre à en extraire les connaissances utiles à la définition des stratégies, en nous concentrant sur l'observation de la dimension scientifique et technologique. Ce resserrage thématique est justifié par la rencontre entre notre question de recherche sur la capacité des firmes à développer ces pratiques et la problématique d'une firme (Thales Avionics) à comprendre et intégrer ces dynamiques scientifiques et technologiques sectorielles dans la définition de ses Politiques Produits.

1.2. Le questionnement d'une firme face à ces enjeux : Thales Avionics

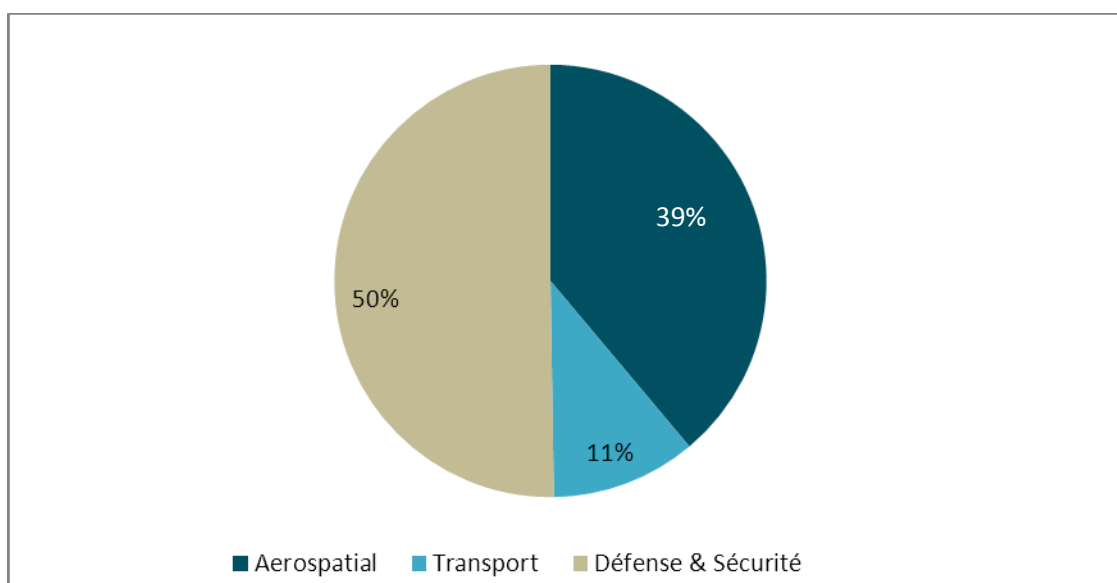
1.2.1. La Division Avionique du groupe Thales, un acteur au cœur des changements du secteur

L'émergence d'un tel questionnement au sein de Thales Avionics est un symbole fort de la prise de conscience de l'impact des dynamiques scientifiques et technologiques sur son positionnement et de la nécessité d'investir la question de la gestion des connaissances pour survivre. Symbole fort premièrement car Thales Avionics évolue dans un secteur (l'aéronautique) qui, jusqu'à récemment, jouissait d'une stabilité technologique (effort soutenu d'innovation en particulier *via* les applications militaires), commerciale (au travers du duopole Airbus/Boeing et d'une structuration de la chaîne de valeur favorable aux équipementiers de rang 1) et institutionnelle (la Défense et l'aéronautique sont des secteurs clés pour la souveraineté des États et sont à ce titre très soutenus politiquement et financièrement). Les bouleversements des années 2000 avec le développement par de nouvelles nations de leurs industries de Défense et d'aéronautique, la réduction des investissements par les États (en Europe, aux États-Unis) pour soutenir l'effort de recherche et d'innovation dans ces industries et l'explosion du secteur de l'électronique grand public ont balayé cette stabilité.

Le groupe Thales (65 000 employés, 14,3 Mds€ de prise de commandes et 12,9 Mds€ de chiffre d'affaires en 2014) est un acteur majeur dans les activités de défense, d'aéronautique et de transport. Le groupe s'est constitué par l'agrégation de sociétés travaillant dans ces domaines, à la fois sur des activités civiles, militaires ou duales, ce qui a déterminé l'implication de l'État français dans l'actionnariat du groupe lors de sa privatisation en 1998. Cependant, la part actionnariale de l'État français dans la nouvelle société Thomson CSF (Alcatel Space, Dassault Électronique et Thomson CSF) a progressivement décru (de 58% à 27%) avec l'ouverture du capital qui permet à Alcatel et Dassault d'entrer, jusqu'à la

constitution du groupe Thales en 2001. L'actionnariat actuel souligne encore l'importance de la branche Défense dans les activités du groupe, la part majoritaire étant répartie entre l'État (27%) et Dassault (26%), le reste (47%) correspondant au flottant. L'organisation du groupe est matricielle, par zones géographiques et par activités mondiales (Aérospatial, Transport, Défense & Sécurité) (Figure 1).

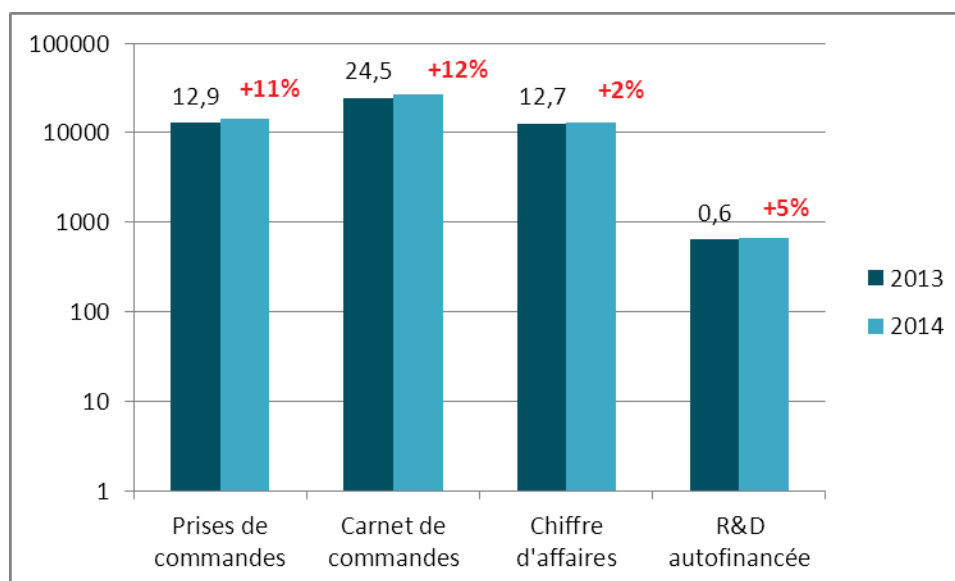
Figure 1 Répartition du carnet de commande par secteur en 2014



Source : auteur, d'après Document de référence (2014).

Deuxièmement, l'émergence d'un questionnement sur la nécessité d'explorer de nouvelles pratiques managériales pour comprendre les changements de l'environnement en s'intéressant aux dynamiques des connaissances est un deuxième symbole fort qui montre la prise de conscience de l'entrée dans l'économie de la connaissance. Les enjeux technologiques et concurrentiels décrits plus haut dans cette section et la complexification des systèmes obligent le groupe à maintenir un niveau d'excellence dans la Recherche et Développement et dans l'ingénierie des systèmes. De fait, le groupe Thales réinvestit chaque année une part importante de son chiffre d'affaires dans la R&D (voir Figure 2), et a déposé 284 brevets en 2013 (dont près d'une centaine pour Thales Avionics).

Figure 2 Chiffres clés 2014 du groupe Thales



Source : auteur, d'après Document de référence (2014).

Si les processus d'innovation technique sont sans conteste parfaitement maîtrisés par les firmes des secteurs de haute technologie, ces dernières sont également pionnières des réflexions et innovations managériales, dont l'intelligence économique¹. Le lancement de ces travaux de recherche en 2012 au sein du groupe confirme cet intérêt dans l'exploration de nouvelles pratiques managériales.

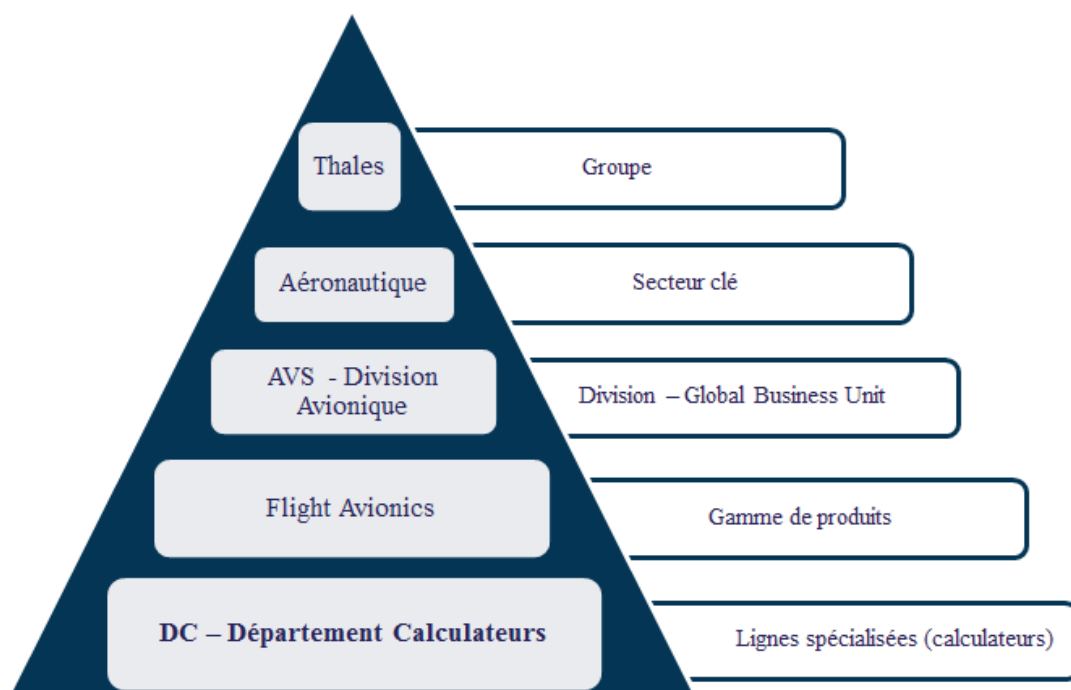
1.2.2. Le Département Calculateurs, point de réflexion sur les technologies de calcul de demain

Ces travaux de recherche se sont déroulés au sein du Département Calculateurs de la Division Avionique du groupe Thales, acteur international des systèmes et suites avioniques pour des appareils civils et militaires. Dans ce domaine, Thales se positionne comme architecte de systèmes, fournisseur de rang 1 dans la chaîne de valeur de l'aéronautique et assure pour ses clients le développement, l'intégration de systèmes et sous-systèmes ainsi que l'ensemble des services associés y compris l'après-vente et la maintenance. Au sein de la Division, le Département Calculateurs est un des centres de Recherche et Développement de la Division

¹ Pour rappel, Henri Martre, plus connu comme Président de la Commission du Commissariat Général au plan ayant rédigé le rapport « *Intelligence Economique et stratégies des entreprises* » (1994), a été PDG de la société Aérospatiale (1983-1992).

Avionique du groupe Thales, regroupant près de 600 personnes sur trois sites (Meudon, Le Haillan et Pessac) (Figure 3). Il assure le développement et la conception des calculateurs et réseaux associés et des architectures des systèmes embarqués, à la fois pour des applications militaires et civiles. Son positionnement dans la chaîne de valeur de l'aéronautique en tant que fournisseur de systèmes nécessite une agilité permanente dans le management de son système d'innovation. En effet, il doit répondre à la fois aux exigences des avionneurs en termes de niveau d'avancée technologique, de fiabilité des équipements et des contraintes induites par la rapidité des évolutions technologiques dans le domaine électronique. L'activité du Département est ainsi répartie entre la R&D pour les deux tiers et la production pour le tiers restant.

Figure 3 Le positionnement du Département Calculateurs au sein du Groupe Thales



Source : auteur.

La modularité des systèmes est déterminante sur le marché car la flexibilité de l'offre commerciale permet à un acteur de se maintenir face à la concurrence et en particulier aux nouveaux entrants, mais elle s'accompagne d'une réorganisation des activités de recherche et développement.

En effet, le nombre de technologies à maîtriser pour la réalisation de ces systèmes s'est considérablement accru. De plus, celles-ci sont désormais majoritairement portées par des acteurs civils et leur rythme de renouvellement est rapide. De fait, Thales Avionics a organisé sa chaîne de valeur en maintenant en interne la maîtrise des compétences et connaissances générales des systèmes, mais en sous-traitant une partie de la réalisation de ceux-ci (par exemple la production de composants électroniques et le montage/câblage des cartes et/ou équipements). Ainsi, Thales Avionics a internalisé les systèmes critiques à forte valeur ajoutée, et a en sus développé des compétences de systémier et d'architecte intégrateur pour assurer la coordination et l'assemblage final des systèmes avioniques. Jusqu'à présent, le modèle économique de Thales était basé sur un mode dit « orienté programme (*Program Oriented*) » qui consiste à développer les équipements spécifiques en réponse à la demande d'un client particulier. Une telle approche revient à concevoir et à produire des produits spécifiques, pour des séries limitées, restreignant ainsi leur participation à la rentabilité de l'entreprise. Le contexte d'intensification de la concurrence et de raréfaction des sources de financement (notamment les financements publics destinés à la recherche pour des applications militaires) a conduit à l'introduction massive de composants de l'électronique dits COTS² et à la nécessité de repenser le modèle économique et de développement des activités.

La Direction Technique est en charge de la définition des Politiques Produits en lien avec les spécifications imposées par les clients au moment de l'exécution du contrat. Les évolutions technologiques et concurrentielles de l'environnement de Thales amènent les Directions Techniques à repenser leur mode de fonctionnement, évoluant d'un mode dit « programme » où chaque équipement est conçu pour répondre à des besoins spécifiques à un mode dit « standardisé » où une plus large partie du système est modulaire et réutilisable sur d'autres programmes. Cette nouvelle vision est à la fois une réponse à la baisse des financements R&D dans le cadre des programmes militaires et à l'augmentation du nombre d'avionneurs et de plateformes différentes (type d'avion). L'émergence du sujet de thèse au sein de ce Département n'est pas anodine et reflète bien les préoccupations liées à l'évolution rapide de l'industrie électronique, et à la dépendance des acteurs de l'avionique. Le déploiement de la nouvelle Politique Produit, impliquant une plus grande standardisation des produits, impacte directement l'activité du Département Calculateurs. En effet, les plateformes des calculateurs se sont largement ouvertes sur l'intégration massive des composants sur étagères (COTS),

² Ces composants sont connus sous l'acronyme COTS (*Commercial Off-The-Shelf*) ou composants sur étagères. Ils représentent actuellement près de 95% des composants utilisés dans les systèmes avioniques.

dont les coûts de fabrication et les performances issus de productions civiles ont écrasé les productions dédiées. Si les possibilités offertes par ces nouvelles technologies sont un atout dans la standardisation des briques de base des plateformes de calcul, elles soulèvent de nombreux problèmes qui ont amené les équipes à s'interroger sur leur capacité à appréhender ces problèmes.

Ainsi, de nouveaux éléments de Politiques Produits ont été lancés en 2009 dans le but de permettre de disposer de produits standardisés susceptibles de répondre aux besoins de plusieurs clients et permettant la réutilisation de composants ou de briques de base préexistants. Cette nouvelle orientation de la Politique Produits nécessite le basculement d'un modèle économique basé sur des réalisations adaptées spécifiques à des programmes vers un modèle permettant de maximiser les retours sur investissements de la R&D : cet effort de la R&D, aujourd'hui alloué à des équipements répondant aux besoins d'un client, doit avoir pour objectif de développer des produits dont les caractéristiques correspondent à un « standard » de marché tout en offrant la possibilité de le personnaliser à moindre coût en fonction des demandes spécifiques des clients par une complète maîtrise de sa variabilité.

Pour accompagner le développement de ces nouvelles Politiques Produits, la Direction Technique a entrepris dès 2009 une réflexion sur des processus managériaux pour appréhender les dynamiques scientifiques et technologiques de l'environnement et intégrer au plus tôt tout signe par un réajustement en permanence des orientations choisies. En effet, une approche standardisée implique une anticipation des attentes des avionneurs, et non plus une réponse à leurs spécifications, ce qui nécessite une connaissance et une maîtrise parfaite des technologies disponibles sur le marché pour évaluer leurs applications possibles. L'analyse de ces changements scientifiques et techniques doit permettre aux managers d'adapter les Politiques Produits du Département tout en orientant les activités de R&T et R&D en cours. L'identification par les managers du Département Calculateurs des limites de leur capacité à comprendre leur environnement scientifique et technique est à l'origine de la problématique de recherche et des travaux que nous présentons ici.

Ces travaux adressent la question de recherche suivante :

En quoi l'intelligence technologique est-elle une capacité dynamique participant du processus d'apprentissage déployé par les managers pour agir sur les processus de prise de décision et de R&D ?

Pour répondre à cette question, nous avons mobilisé un cadre théorique mêlant les approches évolutionnistes de l'apprentissage organisationnel et des dynamiques technologiques sectorielles aux récents travaux sur les capacités dynamiques des firmes, qui soulignent les aptitudes déployées intentionnellement par les firmes pour faire face aux changements de l'environnement.

2. La capacité d'intelligence technologique, une réponse au problème de compréhension de l'environnement scientifique et technique

Face à la difficulté à comprendre les changements dans leur environnement pour adapter au mieux leurs stratégies, les firmes développent des pratiques managériales telles que l'intelligence économique. Ces pratiques managériales peuvent être identifiées comme des capacités dynamiques au service de la transformation des processus organisationnels (Eisenhardt et Martin, 2000). Ainsi, à la question du Département Calculateurs de Thales Avionics « **Comment appréhender les dynamiques scientifiques et technologiques de notre secteur qui impactent nos choix de Politiques Produits et nos activités de R&T et R&D ?** » nous avons proposé une solution : la capacité d'intelligence technologique.

Premièrement, le contexte sectoriel dans lequel le Département Calculateurs évolue nous a conduits à envisager la capacité des firmes à comprendre cet environnement au travers des théories de l'apprentissage pour discuter de notre objet de recherche, l'intelligence technologique. En effet, si l'intelligence technologique a pour finalité la compréhension de l'environnement, cet objectif est atteint au travers d'une démarche d'acquisition de connaissances servant à en créer de nouvelles, stratégiques pour la firme. L'apprentissage organisationnel joue un rôle déterminant dans la capacité d'adaptation des firmes (Dudézert, 2013 ; Ermine et al., 2014) et plus précisément les mécanismes à l'origine de la conversion du savoir des individus en connaissances organisationnelles. Ce processus de création de

connaissances et d'apprentissage organisationnel est au cœur des discours théoriques dès lors que la connaissance est reconnue comme la pièce maîtresse de l'économie de l'innovation. L'apprentissage organisationnel a longtemps été considéré comme un processus mécaniste par lequel une firme convertit les connaissances détenues par ses collaborateurs (ou leurs réseaux) dites tacites en connaissances explicites qu'elle mobilise pour effectuer les activités quotidiennes (Nonaka et Takeuchi, 1995 ; Nonaka et al., 2008). Or, ce savoir pour l'action, ou encore connaissances actionnables (Lièvre et Rix-Lièvre, 2012) peut aussi être la finalité d'un processus intentionnel sciemment déployé par les managers. Longtemps ignorées des approches théoriques, ces formes d'apprentissage trouvent aujourd'hui un écho favorable dans l'observation de certaines pratiques managériales dont celles qui sont l'objet de ces travaux. Ces pratiques souffrent cependant de certaines zones d'ombre relatives à leur positionnement théorique, ce qui explique d'une part la diversité des sciences qui s'y intéressent (sciences économiques, de gestion, de l'information et de la communication pour ne citer que les principales) et d'autre part la difficulté pour un chercheur de s'inscrire pleinement dans un champ déterminé.

Deuxièmement, l'intelligence technologique s'inscrit dans le cadre des pratiques managériales d'observation de l'environnement, dans le sillage de l'intelligence économique et de la veille technologique. Ces deux pratiques ont fait l'objet d'une littérature riche en sciences de gestion et en sciences de l'information et de la communication ces trente dernières années, appuyée sur un corpus d'observations de pratiques des firmes très riche et diversifié (Moinet, 2010 ; Marcon, 2014). La veille technologique est une pratique largement répandue dans les firmes de haute technologie en tant que pratique de surveillance et d'acquisition d'informations. Mais à l'heure où de nombreuses approches abordent la firme comme un processeur de connaissance, il convient de dépasser les pratiques de veille technologique et souligner leur rôle dans le processus de gestion des connaissances. C'est vers cette orientation que tendent les travaux de recherche sur l'intelligence technologique (Ashton et Klavans, 1997 ; Coburn, 1999 ; Porter et Cunningham, 2004) en portant l'accent sur la dimension analytique et la création de connaissances stratégiques à partir des informations scientifiques et technologiques acquises de l'environnement.

C'est précisément sur ce point que se trouve l'un des apports de notre étude : rapprocher une pratique managériale d'un cadre théorique susceptible de l'expliquer. Ainsi, pour étudier

l'intelligence technologique sur le plan théorique, nous avons fait appel aux travaux récents de Teece (2007) sur la capacité dynamique *sensing*. La notion de capacité dynamique de la firme (Teece et al., 1997 ; Eisenhardt et Martin, 2000 ; Teece, 2007) renvoie aux moyens mis en œuvre par la firme pour comprendre ces changements et s'inscrit à la fois dans les travaux des économistes évolutionnistes sur les routines organisationnelles (Nelson et Winter, 1982) et dans les approches des ressources-cœurs (*Resource-Based View*) (Wernerfelt, 1984 ; Prahalad et Hamel, 1990 ; Barney, 1991). Si les capacités dynamiques sont aujourd'hui un terrain de recherche très investi par les chercheurs (Barreto, 2010), ce champ théorique souffre de l'absence de définition claire et d'un manque d'observations empiriques en raison de cadres encore trop fragiles.

La capacité d'intelligence technologique que nous proposons ici est une forme opérationnelle de capacité dynamique *sensing* de la firme pour répondre aux besoins des managers dans leurs capacités opérationnelles de prise de décision et de réalisation quotidienne des activités de R&T et R&D.

3. Le déploiement pour l'analyse sectorielle par une démarche de recherche-intervention

Cette thèse s'inscrivant dans le cadre d'une Convention Industrielle pour la Recherche (CIFRE), il nous revient d'introduire le contexte dans lequel ces travaux de recherche ont été menés durant ces trois ans. La production de ce travail de thèse est en effet étroitement liée au terrain de recherche qui est le nôtre et, de fait, toute connaissance produite ici ne saurait être étudiée en dehors.

Afin de mener à bien ces travaux de recherche, il nous est apparu nécessaire de nous impliquer au cœur du processus pour étudier au mieux le déploiement de la capacité d'intelligence technologique. De fait, les connaissances produites dans le cadre de cette recherche sont constituées des observations du chercheur du déploiement au sein du Département et de celles concernant l'étude des dynamiques scientifiques et techniques du secteur. La proximité entre le chercheur et son objet de recherche place indubitablement ces travaux au cœur des problématiques des épistémologies constructivistes. Ainsi que le souligne Le Moigne (2012) « le sujet connaissant ne représente pas des choses mais des opérations (ou des interactions) et la connaissance qu'il en construit par des représentations est elle-même

opératoire ou active » (p. 70). L'hypothèse phénoménologique place l'interaction au cœur de la construction des connaissances et donne au chercheur une place centrale dans le projet.

La démarche de recherche-intervention adoptée s'inscrit dans le cadre des approches qualitatives. La particularité des recherches menées dans ce cadre est l'immersion du doctorant au cœur des problématiques de l'entreprise, avec pour objectif de satisfaire un contrat de recherche établi au préalable entre un (des) Centre(s) de Recherche Académique et une firme. Dans ce contexte, la production du résultat est le fruit d'une réflexion collective menée dans le cadre d'une recherche-intervention. David (2000) introduit la recherche-intervention comme un processus impliquant le chercheur dans la création de connaissances. Pour explorer son objet d'étude, le chercheur mobilise plusieurs cadres théoriques à différents moments pour éclairer certains aspects ou points particuliers de sa recherche. Dans cette perspective, les résultats produits par la recherche servent avant tout l'organisation dans sa construction d'une réponse à un problème identifié et par sa démarche, il transforme la réalité qu'il étudie. Mais au-delà, l'intérêt pour le chercheur est aussi de participer à la construction des connaissances dans son domaine de recherche.

Ainsi, nous avons choisi une démarche de recherche inductive pour aborder notre problématique dans le cas de Thales Avionics. Cette démarche s'explique par la nécessité d'interroger simultanément la littérature et le terrain pour comprendre les phénomènes observés et aménager notre dispositif. Pour cela, nous avons procédé dans un premier temps à une série d'entretiens directifs auprès des managers responsables des activités liées à la gestion des connaissances dans le Département et la Division (Directions Technique, Marketing, Intelligence Economique, Propriété Intellectuelle) pour construire un état des lieux des pratiques. Nous nous sommes ensuite intéressés dans un deuxième temps aux littératures en sciences économiques et sociales pour construire notre proposition de capacité d'intelligence technologique. Dans un troisième temps, nous avons établi une liste des Domaines Politiques Produits (huit études de cas techniques) pertinentes pour le Département sur lesquelles nous avons procédé au déploiement de la capacité d'intelligence technologique. En procédant par la répétition, nous avons ainsi pu ajuster et corriger notre proposition. Enfin, dans un quatrième et dernier temps, nous avons procédé à un transfert pour l'implantation durable du processus au sein de la Division, non pas dans notre Département mais au sein d'un autre Département de la Division afin de montrer la capacité d'adaptation du dispositif aux problématiques techniques d'autres Départements.

4. Le plan de la thèse

Ce travail de recherche s'articule autour de la réponse à deux questions majeures.

A) En quoi l'intelligence technologique relève-t-elle des capacités dynamiques *sensing* de la firme permettant de comprendre et d'apprendre de son environnement scientifique et technique ?

Nous répondons à cette question par notre proposition théorique sur l'intelligence technologique en deux chapitres. Le premier introduit les cadres théoriques mobilisés pour construire et développer l'objet d'étude de la thèse, la capacité dynamique d'intelligence technologique. La connaissance est l'objet fondamental de la capacité ce qui nous amène à considérer dans un premier temps les théories de la connaissance et de l'apprentissage organisationnel. Nous revenons ainsi sur les questions de distinction classique de la connaissance, entre tacite ou explicite et objet ou flux, pour préciser cet objet. Ces précisions sont nécessaires pour comprendre les travaux abordant la dynamique d'apprentissage organisationnel. Les mises en perspectives successives des travaux évolutionnistes, des théories de la *Resource-Based View* et enfin de l'approche de la conversion de la connaissance telle qu'introduite par Nonaka (Nonaka, 1994 ; Nonaka et Toyama, 2007 ; Nonaka et al., 2008) montrent les tâtonnements théoriques qui persistent encore aujourd'hui. En particulier, nous soulignons l'insuffisance des débats autour de l'acquisition et l'absorption de connaissances externes, qui traduit une forme d'apprentissage organisationnel intentionnel. Pour dépasser cet état de fait, nous introduisons dans un deuxième temps les théories des capacités dynamiques et de leurs apports sur cette question. Ces travaux ont fait émerger un besoin d'investigations empiriques fort pour consolider les propositions d'opérationnalisation suggérées par la littérature théorique.

Dans le chapitre deux, nous introduisons notre objet de recherche, l'intelligence technologique, que nous proposons comme une capacité dynamique déployée intentionnellement par la firme pour tirer, à partir des connaissances de son environnement, de nouvelles connaissances dans le but d'orienter sa stratégie et de soutenir ses activités de recherche et développement. Nous justifions tout d'abord le positionnement de l'intelligence technologique au regard des autres pratiques managériales développées par les firmes pour comprendre les changements dans l'environnement, identifier les opportunités et les menaces et s'adapter. Parmi ces pratiques, l'intelligence économique et la veille technologique ont

toutes deux fait l'objet de nombreux travaux de recherche en France ces dernières années, reposant dans leur grande majorité sur des observations empiriques constatées dans les organisations. En nous appuyant sur le cadre théorique des capacités dynamiques introduit dans le chapitre un, nous justifions le positionnement de l'intelligence technologique dans les capacités dynamiques *sensing* déployées par la firme pour aborder les dynamiques scientifiques et techniques de l'environnement. L'apport théorique introduit ici présente l'originalité de proposer une réponse dont l'opérationnalisation est observable en temps réel et non *a posteriori*, posture choisie par la majorité des observations empiriques concernant les capacités dynamiques.

B) Quels sont les apports de l'intelligence technologique à l'observation des dynamiques des connaissances du secteur avionique pour la prise de décision et les activités de R&T et R&D ?

Nous explicitons dans le chapitre trois l'objet de recherche ainsi que les cadres épistémologique et méthodologique sur lesquels reposent nos travaux. L'implication du chercheur en tant qu'observateur qui participe nous amène à considérer une épistémologie constructiviste dans laquelle les connaissances issues de l'observation sont étroitement dépendantes du chercheur qui observe et de l'objet observé. Le corpus de données qualitatif s'articule autour d'une part, des données recueillies dans le cadre de l'opérationnalisation de la capacité d'intelligence technologique au sein du Département et d'autre part, des études de cas techniques choisies pour le déploiement. Nous disposons ainsi de données issues des entretiens menés en interne et des transcriptions des Comités de Pilotage en charge du déploiement et de données statistiques portant sur les technologies et acteurs du secteur utilisées pour montrer ses dynamiques de connaissances scientifiques et techniques.

Le chapitre quatre présente les résultats du déploiement de la capacité dynamique d'intelligence technologique au sein du Département Calculateurs. Nous présentons les résultats des observations faites au sein du Département Calculateurs en rappelant le cadre théorique de l'intelligence technologique introduit dans le chapitre deux. Nous montrons ainsi que ce déploiement répond à un besoin en connaissances des managers par l'apport de connaissances externes.

Enfin, le chapitre cinq conclut par la démonstration de l'application de l'intelligence technologique pour la compréhension des dynamiques scientifiques et technologiques du secteur avionique. En nous appuyant sur les données statistiques extraites des études de cas,

nous montrons l'impact des changements technologiques sur les choix d'innovation des acteurs et l'organisation de la production industrielle. En effet, le secteur avionique s'est constitué sur les opportunités et contraintes de deux secteurs au fonctionnement très différent que nous avons choisi d'expliquer au travers du cadre des Systèmes Sectoriels d'Innovation et de Production (SSIP, Malerba, 2002). La mobilisation de ce cadre est judicieuse pour relever les spécificités du secteur en termes de construction des connaissances scientifiques et techniques. De plus, le secteur avionique est un cas intéressant car il a été peu étudié auparavant à notre connaissance et ses caractéristiques concurrentielles et technologiques apparaissent comme très singulières.

Chapitre 1

Firmes, environnement et capacités dynamiques

Introduction du chapitre

La capacité d'appréhension des changements survenant dans l'environnement par une firme est un processus d'adaptation à ces changements et un point essentiel sur lequel nous avons choisi de nous concentrer dans ces travaux. L'éclairage de cette dimension suppose d'étudier attentivement les théories relatives à l'apprentissage organisationnel ainsi que les processus au travers desquels ils s'expriment dans la firme. Ce chapitre est consacré à l'introduction des cadres théoriques mobilisés pour notre objet de recherche.

Dans la première section, nous revenons sur la définition des concepts mobilisés dans notre recherche. Dans un premier temps, nous présentons les différentes approches de la connaissance. Dans un deuxième temps, nous revenons sur les approches qui confèrent à l'apprentissage organisationnel un rôle déterminant dans l'adaptation des firmes au changement pour nous concentrer sur trois courants en particulier, l'approche évolutionniste de l'apprentissage, l'approche des théoriciens de la firme et enfin l'approche de la connaissance créée développée en particulier à la suite des travaux de Nonaka et Takeuchi (1995). Dans un troisième temps, nous montrons que ces approches tendent à converger sur la question de l'adaptation des firmes au changement dans les environnements très dynamiques, par la mise en avant de formes distinctes de processus organisationnels.

Cette première section nous permet d'exploiter cette convergence pour éclairer le débat dans la littérature sur les capacités dynamiques. Dans cette deuxième section, nous introduisons dans un premier temps les différentes approches du concept de capacités dynamiques. L'établissement des liens avec les théories évolutionnistes et l'approche de la *Resource-Based View* ont contribué à l'enrichissement du corpus de littérature par la diversité des courants mobilisant le cadre. Cependant, de grandes zones d'ombre demeurent quant aux origines, aux finalités, aux mécanismes qui constituent ces capacités dynamiques. Nous proposons dans un deuxième temps d'explorer les travaux mettant en avant le lien avec l'apprentissage comme source de l'adaptation des firmes à l'environnement et dans un second temps, le rôle du manager dans la sélection et le déploiement de ces dernières.

Enfin, nous consacrons une dernière section à la mise en avant des approches retenues dans cette littérature pour construire le cadre d'étude de notre objet de recherche.

1. Le rôle des connaissances dans l'adaptation des firmes

L'introduction dans cette section de la connaissance comme objet d'étude nous amène à considérer les différentes approches débattues dans la littérature. L'objet de notre recherche relève du déploiement d'une capacité d'acquisition de connaissances externes, motivé par une démarche managériale pour s'adapter. Dans ce cadre, nous étudions la connaissance et les processus d'apprentissage à la base de la transformation et de la création des capacités organisationnelles et ressources de la firme. L'éclairage des théories de la connaissance et de leur gestion dans la firme présentées dans ce chapitre est nécessaire pour comprendre les interactions entre les capacités organisationnelles, les routines et les ressources introduites dans la section deux et justifier notre positionnement de recherche.

Tout d'abord, nous présentons les approches de la place de la connaissance dans l'organisation et les débats actuels dans la littérature sur ce que l'on entend par connaissance et ce que l'on étudie généralement sur ce sujet. Puis, nous développons les approches théoriques de l'apprentissage organisationnel pour montrer finalement que ces approches semblent converger sur le déploiement, dans le cas particulier des environnements très dynamiques, d'aptitudes distinctes d'apprentissage pour transformer les capacités organisationnelles, les routines et les ressources.

1.1. La connaissance dans l'organisation

En préambule de cette sous-section, nous souhaitons clarifier les concepts en distinguant l'information de la connaissance. Ainsi que le soulignent Huber (1991) puis Nonaka (1994), l'information est une synthèse de données décontextualisées, formatées qui n'est transformée en connaissance qu'après un effort d'interprétation et d'appropriation par un individu qui lui donne un sens. Guilhon et Levet (2003) définissent la connaissance comme étant à la fois une capacité cognitive et une capacité d'apprentissage, qui renvoient à des processus collectifs, communautaires relevant de la stratégie de l'entreprise. La définition de la connaissance a fait l'objet d'une littérature foisonnante tant en sciences sociales qu'en sciences économiques, en particulier en raison de l'importance prise dans la compétitivité des firmes (Amin et Cohendet, 2004 ; Cohendet et al., 2005 ; Dudézert, 2013). Ainsi que le souligne Jean-Louis Ermine (Ermine et al., 2014) la connaissance est devenue le fondement de la valeur de l'entreprise parce qu'elle contribue à l'innovation.

1.1.1. De la distinction entre les connaissances tacites et explicites

L'approche de la connaissance dans la firme nécessite de revenir sur ce que l'on entend par connaissance, qui détermine ce que l'on étudie. Ainsi, la vision de la connaissance organisationnelle s'est construite autour de la distinction entre la connaissance tacite et explicite (Polanyi, 1967), avec l'idée que la connaissance perceptible relève des connaissances expérimentées.

Il convient d'aborder en premier lieu la distinction entre la connaissance tacite et la connaissance explicite proposée par Polanyi (1967). Les connaissances tacites s'entendent comme les connaissances détenues par un individu ou une organisation (connaissances tacites organisationnelles) (Kogut et Zander, 1992), elles lui sont de plus étroitement rattachées. En effet, la mobilisation des connaissances tacites relève de l'expérience personnelle de l'individu ou de la firme qui se traduit par des savoir-faire, talents, acquis par la pratique, l'expérimentation et en cela difficilement transférables. Dans le cas de la firme, les connaissances tacites sont enracinées dans sa culture, ses routines et modes d'organisation, ses expériences passées et ne peuvent être formalisées et diffusées hors de ce cadre (Polanyi, 1967 ; Nelson et Winter, 1982 ; Nonaka et Takeuchi, 1995). L'intellect et les processus organisationnels de création de connaissances sont fortement mobilisés dans le cas de la création et du développement de ces connaissances (Nonaka et Takeuchi, 1995).

À cette première vision de la connaissance Polanyi (1967) associe une deuxième, les connaissances explicites individuelles ou collectives. Contrairement aux connaissances tacites, elles sont aisément transférables car elles existent physiquement (représentées) en tant qu'information ou document écrit (norme, support scientifique et technique, etc.), ou articulées sous une forme facilitant l'apprentissage et la diffusion (les systèmes d'information en sont un exemple). L'existence de ces connaissances explicites révèle un travail de codification important de connaissances tacites tel que représenté dans le modèle de conversion des connaissances introduit par Nonaka et Takeuchi (1995) qui isole quatre états où la connaissance évolue entre tacite et explicite (voir modèle SECI p. 38).

Mais cette vision de la connaissance est remise en cause dès les années 1970 par les auteurs en psychologie. Ces derniers avancent l'hypothèse selon laquelle l'individu ne peut avoir conscience du processus par lequel il transforme et exploite la connaissance dans ses activités pour aboutir à un résultat (Piaget, 1967 ; Vermersch, 2011). L'idée centrale ici est que la connaissance tacite est en réalité difficilement transmissible car l'individu qui la détient ne maîtrise pas l'intégralité du processus de conversion. Ces travaux amènent d'autres auteurs

comme Tsoukas (2003) à considérer que la distinction courante entre connaissances tacites et explicites ne repose en réalité que sur l'approche de transformation de la connaissance construite par Nonaka et Takeuchi (1995). Tsoukas reprend les travaux de Polanyi (1967) pour expliquer que la définition des connaissances tacites a été réduite par Nonaka (1994), pour qui la connaissance tacite est une connaissance non articulée. Cette réduction amène à distinguer deux types de connaissances qui selon Tsoukas (2003), ne sont en réalité que deux faces complémentaires³. Il propose trois raisons qui selon lui justifient l'incapacité des chercheurs à réellement percevoir la connaissance tacite :

- premièrement, la connaissance tacite est ineffable par nature, elle est inhérente à la perception de l'individu et ne peut ni être traduite ni être représentée par quelque langage ou moyen de représentation mobilisant les sens humains, elle se manifeste au travers de ce que l'individu fait ;
- deuxièmement, la connaissance tacite est vectorielle et évolue dans un espace complexe, pluridimensionnel. Cela rejoint l'idée selon laquelle la connaissance tacite et la connaissance explicite sont deux faces d'un même objet et ne peuvent être opposées ;
- troisièmement, l'expression par un individu d'une connaissance tacite afin qu'elle puisse être perceptible par un autre individu implique une part de connaissance tacite difficilement repérable par cet autre individu. Cela traduit la complexité de la connaissance et rejoint l'idée selon laquelle la conversion d'une connaissance tacite n'est jamais complète.

À cette première discussion sur les fondements théoriques des connaissances tacites et explicites vient s'ajouter un deuxième débat portant sur la nature de la connaissance dans la firme.

1.1.2. De la distinction entre la connaissance comme un actif et comme un flux

Un deuxième débat d'ampleur dans la littérature sur la connaissance organisationnelle distingue deux approches. La première relève des approches contractuelles qui conçoivent la firme comme un processeur d'informations (Coriat et Weinstein, 2010) où toutes les firmes ont une gestion déjà établie de leur stock d'informations. La seconde introduit une vision plus

³ Tsoukas (2003): « *By and large, tacit knowledge has been conceived in opposition to explicit knowledge whereas it is simply the other side* » (p. 3).

cognitiviste et met en avant la firme comme un « processeur de connaissances » (Cohendet et Llerena, 1999). Dans cette sous-section, nous allons débattre principalement des courants qui s'inscrivent dans la deuxième approche.

La conception de la firme comme un processeur de connaissances naît de la distinction des firmes entre elles sur la base de leur capacité à faire face à un problème en apprenant. Cette approche s'appuie principalement sur les travaux des théoriciens de la firme (Penrose, 1959) et des évolutionnistes (Nelson et Winter, 1982) qui considèrent que les firmes disposent de réservoirs de capacités organisationnelles et de ressources qui évoluent avec l'expérience pour résoudre de nouveaux problèmes. Les firmes développent une aptitude à transformer et sélectionner les capacités et ressources pour s'adapter et survivre. Dans cette approche, deux courants se distinguent.

Le premier courant est porté par les travaux évolutionnistes et les approches de la théorie de la firme qui considèrent que la connaissance est une ressource. Les processus de gestion (capacités organisationnelles ou routines) en charge de la combinaison des ressources sont les lieux de mise en œuvre de la connaissance pour adapter la firme aux changements de l'environnement (Kogut et Zander, 1992, 1996 ; Foss, 1996 ; Cohendet et Llerena, 1999 ; Dudézert, 2013). L'évolution et la sélection de ces processus pour s'adapter aux changements constituent l'apprentissage de la firme, cette dernière créant la connaissance nécessaire à sa transformation (Nonaka et Takeuchi, 1995). Cette approche est relayée et discutée en sciences des organisations par les travaux de la *Resource-Based View* (Penrose, 1959 ; Barney, 1991 ; Wernerfelt, 1984) et de la *Knowledge-Based View* (Grant, 1996). L'avantage concurrentiel d'une firme repose alors sur sa capacité à structurer, combiner et déployer ses ressources. L'importance de la proportion des connaissances tacites nécessaires à la mise en œuvre des ressources des firmes confère un avantage durable à celles-ci sur leur secteur et constitue une barrière à l'entrée pour les entrants. De même, plus les firmes développent leur capacité d'apprentissage organisationnel par la connaissance, plus elles gagnent en flexibilité face aux évolutions de l'environnement et sont capables de s'y adapter et de survivre (Sanchez et Mahoney, 1996).

En parallèle de ce courant, un deuxième suit une approche plus anthropologique que la socialisation de la connaissance autour du concept des communautés de pratiques. En effet, alors que l'approche précédente reposait sur le postulat de Nonaka et Takeuchi (1995) de la transformation des connaissances (socialisation) dans les routines, Wenger (1998) considère que ce sont les pratiques collectives au sein d'une communauté qui aboutissent à la création de connaissances. Ce qui intéresse les chercheurs dans cette approche n'est pas de démontrer

la connaissance en tant qu'objet (stock) ou finalité, mais davantage d'étudier les relations qu'elle suscite entre les individus et de définir la connaissance par ces interactions. Les communautés de pratiques se distinguent des groupes fonctionnels par une structure non-déterminée à l'accomplissement d'une tâche. Elles sont structurées par la pratique, l'existence de savoirs communs facilite le processus d'apprentissage, l'absorption de nouvelles connaissances par les individus et la reconnaissance mutuelle des membres (Bootz et Kern, 2009 ; Bootz, 2013). En effet, l'individu se reconnaît dans une communauté par les savoirs qu'il partage avec les membres, par son implication dans le processus cognitif de la communauté et par la reconnaissance qu'il a des autres membres de son rôle (Castro Goncalves, 2007). Le concept de communautés de pratiques s'étend au-delà des frontières de la firme.

Dans le cadre de notre recherche, nous observons la connaissance comme un actif, une ressource et nous nous intéressons aux procédés d'identification et de transfert de cet actif dans l'environnement externe pour l'exploiter dans la firme. Nous discutons principalement de la première approche par les routines, les capacités et nous retenons les postulats suivants tels qu'introduits par Dosi et al. (2002, 2009) :

- la connaissance (*knowledge*) s'entend comme un actif, elle est distincte des savoirs individuels (*skills*) et elle prend part dans les routines organisationnelles ;
- les routines constituent le niveau de cristallisation organisationnel de l'apprentissage qui transforme les ressources organisationnelles, dont la base de connaissances ou le savoir individuel. Les capacités sont des aptitudes qui impliquent quant à elles la transformation répétée des activités organisées. Si les routines sont également structurées par des activités organisées, Dosi et al. (2002, 2009) expliquent qu'elles ne sont qu'une des composantes des capacités ;
- enfin, dans les approches et définitions récentes, les routines ne sont pas uniquement les réservoirs de connaissances de la firme, mais les moyens de mémorisation et de transferts des connaissances émanant des différentes communautés informelles de la firme (Cohendet et Llerena, 2005).

Cette première approche de la connaissance dans l'organisation identifie la complexité de la représentation de la connaissance et de son observation par les chercheurs. Nous retenons de cette première sous-section deux idées importantes pour notre objet de recherche. Premièrement, seule la perception de la dimension explicite de la connaissance semble à ce

jour observable empiriquement. Deuxièmement, cette observation, pour être validée, peut être réalisée au travers de l'étude des processus d'apprentissage qui structurent le déploiement des activités de la firme.

1.2. La dynamique d'apprentissage organisationnel, nœud de la relation firme-environnement

L'apprentissage organisationnel peut être défini comme le processus d'acquisition, de distribution, d'intégration ou de création de connaissances dans l'organisation (Huber, 1991 ; Le Bas, 1993). Pour Koenig (1994), l'apprentissage organisationnel est « un phénomène collectif d'acquisition et d'élaboration de compétences qui, plus ou moins profondément, plus ou moins durablement, modifie la gestion des situations elles-mêmes » (p. 78). Tout individu qui acquiert une connaissance nouvelle est susceptible, au travers de son activité quotidienne dans la firme, de la diffuser et d'engager inconsciemment un processus de transformation des ressources de la firme. Mais l'application de ce processus revêt des dimensions différentes en termes d'objectifs (adaptation aux changements de l'environnement ou amélioration de la base de connaissances existante), de moyens (socialisation des connaissances ou acquisition de nouvelles), de sujet apprenant (l'individu, le groupe ou la firme). Ces distinctions ont nourri une littérature très riche pour identifier et comprendre ces mécanismes, évaluer leur importance pour une firme (avantage concurrentiel, performance, etc.). Nous discutons ici trois approches de l'apprentissage organisationnel. La première est l'approche évolutionniste selon laquelle l'apprentissage est un comportement collectif des individus inscrits dans les routines organisationnelles. La seconde, la *Knowledge-Based View* considère la connaissance comme une ressource majeure de la firme. Enfin, la dernière, l'approche de Nonaka (1994) et Nonaka et Takeuchi (1995) place l'individu au cœur du processus et considère la connaissance comme un objet en conversion.

1.2.1. L'apprentissage organisationnel comme un processus cumulatif et déterminé

La première approche que nous abordons relève des théories évolutionnistes qui placent l'apprentissage organisationnel comme le processus de transformation des routines organisationnelles. Nelson et Winter (1982) abordent la connaissance comme un construit organisationnel (peu de travaux considèrent un niveau individuel), l'apprentissage

organisationnel est un processus d'accumulation de connaissances (apprentissage par l'expérience et essai-erreur) qui s'inscrit dans les routines de la firme.

La conception de l'apprentissage organisationnel par Nelson et Winter (1982) s'inscrit dans le cadre plus général d'analyse des relations entre les changements technologiques et la croissance économique. Il ne s'agit pas, contrairement aux approches comportementales (Cyert et March, 1963), d'observer les attitudes individuelles des firmes, mais d'étudier les dynamiques industrielles (ou sectorielles). Ainsi que le souligne Winter (1988), les firmes sont « des organisations qui savent comment faire les choses. Les firmes sont des répertoires de savoir servant à la production » (p. 175).

Les routines, des modèles stables d'adaptation des ressources

La perception des attitudes distinctives des firmes dans l'approche évolutionniste, si elle se distingue des approches comportementales de Cyert et March (1963), les rejoint dans l'importance du rôle des routines. L'apprentissage organisationnel est lié au concept de routines de la firme, entendues comme les dépositaires des règles, procédures, conventions et stratégies antérieures et actuelles de la firme qui déterminent ses comportements à venir (Levitt et March, 1988). Ces routines affectent la perception qu'une firme se fait de son environnement, en particulier des opportunités et contraintes liées aux technologies. La perspective d'apprentissage s'entend alors comme les processus de transformation des routines existantes, par un mécanisme « d'auto-renforcement » (Arena et Lazaric, 2003, p. 332). Les routines constituent des mécanismes de réponses automatiques aux problèmes qui permettent à la firme de s'adapter au changement.

En effet, dans l'approche évolutionniste de l'apprentissage, les routines reflètent la trajectoire technologique suivie et renforcent la dépendance de sentier de la firme, celle-ci faisant évoluer sa base de connaissances en intégrant les connaissances qu'elle peut comprendre et absorber. Une première forme d'apprentissage des routines passe par leur adaptation et évolution naturelle face aux changements, permettant à la firme de mieux combiner ses ressources (Levitt et March, 1988). Ces mêmes routines concentrent les connaissances et la mémoire de la firme, détenues par les individus qui la composent. En effet, pour Nelson et Winter (1982), la mémorisation des connaissances passe par la routinisation des activités de production. Par l'introduction du changement et sa répétition dans le mécanisme d'exécution de la routine, la firme améliore ses connaissances et capacités à produire. Mais les routines sont aussi au cœur de la cohésion globale des comportements des individus de la firme. En

effet, la dimension tacite de l'apprentissage est forte dans l'approche des routines puisque ce sont les interactions collectives des individus et la socialisation des connaissances qui entraînent la création de nouvelles (Levitt et March, 1988). L'apprentissage est ici considéré comme cumulatif et en réaction à des événements externes de la firme, ce qui exclut toute considération sur les mécanismes endogènes de transformation des routines (Nelson et Winter, 1982 ; Arena et Lazaric, 2003 ; Abel et al., 2008).

Reconsidérer l'approche : l'apprentissage intentionnel

La problématique de l'auto-renforcement des routines amène certains chercheurs à s'interroger sur le rôle du manager dans la transformation des routines et donc une forme d'apprentissage intentionnel. En effet, si l'évolution des routines est indépendante des individus de la firme, alors se pose le problème du rôle du manager dans la direction de la firme et de l'impulsion intentionnelle du changement. Les partisans de l'approche cognitive s'appuient sur le caractère statique des routines pour montrer la nécessité de considérer la connaissance comme la source du changement organisationnel (Fiol et Lyles, 1985 ; Huber, 1991) là où les évolutionnistes considèrent l'évolution des routines en adaptation automatique à un changement perçu dans l'environnement. Un certain nombre de travaux ont ainsi mis en évidence le rôle de l'individu dans les processus d'apprentissage organisationnel, de transformation des routines et de mémorisation des connaissances dans l'organisation (Pentland et Feldman, 2008). Ainsi, une étude conduite par Feldman (2000) constate l'inertie des routines organisationnelles dans le cadre d'une dynamique de changement et remet en cause la possibilité que ces mêmes routines puissent évoluer et changer d'elles-mêmes.

En effet, les processus cumulatifs par lesquels ces dernières évoluent se heurtent à intégrer des mécanismes d'apprentissage plus délibérés et réactifs (Arena et Lazaric, 2003 ; Lazaric et Dennis, 2005). Or, les individus qui participent aux routines ne sont pas passifs mais influencent par leur engagement et leur réflexion l'adaptation des routines. Face au constat d'inefficacité d'une routine à réaliser une tâche, le manager décide de la transformer ou de la remplacer afin d'assurer l'activité. Dans le cas d'une volonté de transformation profonde et rapide face à un environnement dynamique, cela implique une restructuration des cadres organisationnels que sont les routines et la prise en compte des actions et interactions des individus. De même, l'étude de l'application d'une norme dans une firme par Lazaric et Dennis (2005) fait émerger le rôle éminent des individus dans le processus d'adoption de la

norme, en termes d'acceptation du changement (perte de pouvoir de contrôle du processus qualité) et des nouvelles procédures (outils de gestion, production de documentation).

1.2.2. La connaissance comme une ressource

L'approche Resource-Based View

Une deuxième approche de l'apprentissage organisationnel est soulevée par les théoriciens de la firme (*Resource-Based View* ou RBV) à la suite des travaux de Penrose (1959). L'idée est que la performance de la firme est liée à sa capacité à combiner ses ressources et créer des ressources stratégiques permettant l'acquisition d'un avantage concurrentiel (Wernerfelt, 1984 ; Barney, 1991). Ces ressources sont propres à la firme et donc distribuées de façon hétérogène entre les firmes, ce qui distingue les firmes concurrentes d'un même marché. Pour être considérées comme stratégiques, ces ressources doivent réunir quatre caractéristiques à l'origine du modèle VRIN (Valeur, Rareté, Inimitabilité, Non-substituable). Ainsi, une ressource permettant de profiter d'opportunités ou de répondre aux menaces de l'environnement (Valeur), détenue exclusivement par la firme (Rareté), dont le caractère très peu codifié protège de l'appropriation par la concurrence (Inimitable) et difficilement remplaçable par une ressource équivalente (Non substituable) constitue une ressource stratégique.

La connaissance dans la firme est considérée comme une ressource VRIN, l'apprentissage étant lié à la pratique donc fortement tacite, difficilement transférable et répliquable hors de son cadre d'évolution. Pour analyser plus avant la place de la connaissance dans les ressources, un courant d'analyse s'est développé autour de la *Knowledge-Based View* et des travaux de Kogut et Zander (1992) et Grant (1996). Selon cette approche, l'apprentissage est au cœur du processus de combinaison des ressources et permet ainsi d'optimiser leur exploitation dans la recherche d'un avantage concurrentiel. L'accent est déplacé de l'étude de la connaissance comme une ressource à l'étude de la connaissance comme une construction sociale permettant la coordination et la combinaison des savoirs disponibles dans la firme pour obtenir un avantage concurrentiel (Nonaka et Takeuchi, 1995). La connaissance constitue la ressource suprême de la firme en cela qu'elle est détenue par les individus qui la composent (tacite), créée et transformée par les interactions entre ces derniers (Kogut et Zander, 1992) selon un processus cumulatif. La détention de ce savoir donne un avantage collectif aux firmes évoluant dans un secteur au regard des entrants pour capitaliser et intégrer rapidement de nouvelles connaissances.

Les remises en cause de l'approche RBV

Une première limite à l'approche de la RBV est la minimisation du rôle du manager dans le processus de transformation des ressources. Dans l'approche RBV, c'est la validation par le client qui permet de distinguer la ressource ayant conduit à cette approbation, la firme détenant un corpus de ressources donné. Sirmon et al. (2007) puis Foss et Ishikawa (2007) s'appuient sur la critique formulée par Priem et Butler (2001) du modèle VRIN, pour explorer le rôle du manager dans la transformation des ressources. Selon ces auteurs, la fonction d'une ressource n'est pas préétablie mais peut évoluer selon une intention managériale et une ressource ne répondant pas aux critères VRIN peut être choisie par le manager comme déterminante dans sa stratégie. Le rôle du manager est alors de synchroniser les ressources pour répondre aux changements perçus. Les managers ont une perception de l'évolution de l'environnement ainsi que des informations sur lesquelles ils s'appuient pour décider de mobiliser les processus de structuration des ressources (acquisition, accumulation ou destruction) (Sirmon et al., 2007).

La deuxième limite s'attaque au caractère tautologique des ressources (Priem et Butler, 2001). En effet, les ressources VRIN constituent des formes supérieures de ressources selon Barney (1991) mais l'absence de définition claire place les firmes dans une démarche permanente et infinie de recherche de ressources supérieures. Face à ce constat, Lado et al. (2006) suggèrent non pas la recherche à l'infini de ces ressources, mais plutôt la gestion des interactions entre ces différentes ressources.

Enfin, une dernière limite à l'application du modèle VRIN est soulignée par les théoriciens de l'approche des capacités dynamiques qui mettent en avant l'incapacité du modèle à maintenir un avantage concurrentiel dans les environnements supportant des changements technologiques rapides. Ainsi que le souligne Helfat et Peteraf (2003), « il est difficile d'expliquer pleinement comment les firmes exploitent les ressources et capacités pour créer un avantage concurrentiel » (p. 997). Face à la fréquence des évolutions, c'est davantage la capacité des managers à adapter rapidement les processus organisationnels au changement que les ressources qui procure un avantage concurrentiel non pas permanent, mais temporaire (Teece et al., 1997 ; Eisenhardt et Martin, 2000).

1.2.3. La connaissance comme un objet créé

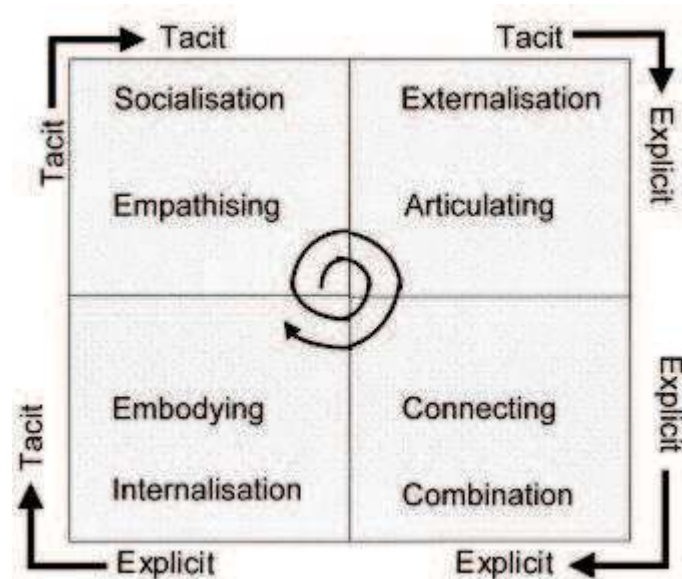
Enfin, une dernière approche de l'apprentissage organisationnel est bâtie autour de la connaissance comme un construit social (Nonaka, 1994). C'est l'étude de ce processus de transformation de la connaissance individuelle en connaissance collective qui est au cœur de l'approche de la connaissance proposée par Nonaka (Nonaka, 1994 ; Nonaka et Takeuchi, 1995). Sur la base du modèle de création des connaissances SECI (Socialisation, Externalisation, Combinaison, Internalisation), leur approche propose une distinction d'ordre cognitif entre les connaissances tacites et explicites que de nombreux auteurs contemporains remettent aujourd'hui en cause (Tsoukas, 2003 ; Gourlay, 2006). Souvent reprise dans la littérature pour expliquer les processus de création de connaissance, l'approche proposée par Nonaka et Takeuchi s'inscrit, tout en étant originale, à la fois dans les perspectives comportementales (renforcement et sélection par la répétition structurée par les routines) et cognitives (modification de la base de connaissances par acquisition de compétences) de l'apprentissage.

La lecture critique du modèle que nous proposons ici s'appuie sur cette littérature pour apporter un autre éclairage des connaissances et de l'apprentissage organisationnel.

La spirale de la création des connaissances (SECI)

Pour dépasser la distinction entre tacite et explicite, Nonaka et Takeuchi (1995) ont considéré la connaissance comme un objet évoluant dans la firme selon un processus en quatre stades dont l'aboutissement contribue à créer de nouvelles connaissances. La spirale des connaissances proposée par ces auteurs (Figure 4) est le processus par lequel les connaissances individuelles tacites et explicites sont combinées et socialisées pour produire les connaissances organisationnelles (également à deux dimensions). Les auteurs adressent la question de la connaissance à la fois sur le volet ontologique (comment la connaissance individuelle devient collective et vice-versa) et le volet épistémique (en s'appuyant sur la distinction des connaissances tacites/explicites proposée par Polanyi (1967)).

Figure 4 Le processus SECI



Source : Nonaka et al. (2000).

Selon Nonaka et Takeuchi (1995) l'articulation de ces quatre phases de transformation de connaissances tacites/explicites aboutit à la création de nouvelles connaissances individuelles et collectives.

La Socialisation

La première étape du processus est la socialisation qui constitue le passage de transfert de connaissances tacite-tacite entre individus par l'échange et l'interaction dans un même espace. S'appuyant sur les théories *Knowledge-Based View* de la firme, Nonaka (1994) puis Nonaka et Takeuchi (1995) introduisent la socialisation comme ciment de l'apprentissage organisationnel. Cette socialisation passe par un état de l'individu qui interprète la connaissance selon son contexte et la discute dans son environnement. Ce dernier est alors à la fois un lieu de partage où l'individu exprime sa connaissance, mais aussi un réservoir dans lequel l'individu puise de nouvelles connaissances qu'il interprète et intègre.

Trois mécanismes de socialisation peuvent être distingués : l'imitation, l'observation ou la pratique. L'environnement et le contexte dans lequel se réalisent ces échanges sont importants et renvoient à la notion de *Ba* développée par Nonaka (1994) : pour être effectif, ce transfert

de connaissances doit être réalisé entre individus partageant un même espace (*Ba*) de référence pour qu'ils puissent se comprendre. Cet espace constitue le contexte de création de la connaissance, qu'il soit physique, ou virtuel, et plus précisément le cadre de conversion de la connaissance tacite (Lièvre et Rix-Lièvre, 2012).

L'Externalisation

Cette deuxième étape représente le processus de transfert par lequel l'individu partage ses connaissances avec un groupe et les rend explicites. Les connaissances sont produites par combinaison et constituent une première forme de connaissances collectives et communes partagées par les individus du groupe. Là encore, le *Ba* joue un rôle essentiel puisque la connaissance est représentée et transmise au moyen d'analogies, de métaphores (à l'image du message d'un directeur à ses employés) pour expliquer. La dissémination au sein d'un même espace de référence (social, culturel) favorise la réflexion et la formalisation de connaissances communes. Gourlay (2006) note cependant que les moyens utilisés (métaphores, analogies) par Nonaka et Takeuchi (1995) pour observer l'externalisation ne sont pas exclusifs à cette dernière et sont exploités de manière plus générale pour représenter une connaissance (notamment en sciences du langage). Gourlay (2006) souligne également que les exemples cités par Nonaka (comme celui de la conception de la Honda City) ne constituent pas en eux-mêmes des exemples concrets de cas d'externalisation. En effet, Nonaka et Takeuchi (1995) illustrent le processus en s'appuyant sur l'observation d'une équipe d'ingénieurs qui, en procédant par essai-erreur, parviennent à résoudre un problème. Mais, ainsi que Gourlay (2006) le souligne, ils ne peuvent attester que la connaissance ici créée était bien auparavant détenue par un des ingénieurs qui l'a diffusée ensuite (ce qu'une cartographie des connaissances individuelles établie au préalable aurait pu éclairer).

La Combinaison

La combinaison est le troisième processus de création des connaissances décrit par Nonaka et Takeuchi (1995) qui réfère à la transformation des connaissances explicites produites par le groupe en connaissances explicites pour la firme par un processus de combinaison. Les différents groupes mutualisent et diffusent leurs connaissances au travers d'écrits, de réunions, ou par l'usage de systèmes informatisés internes. Les groupes procèdent ainsi à l'évaluation et la sélection des connaissances pour dégager celles qui seront pertinentes et utiles pour la firme. Ces dernières sont alors exploitées et diffusées lors de l'internalisation.

L'Internalisation

L'internalisation est l'aboutissement du processus lors duquel les individus de la firme s'approprient les nouvelles connaissances sélectionnées et diffusées en vue de leur exploitation dans leurs activités quotidiennes. Si Nonaka et Takeuchi (1995) insistent sur le rôle de la lecture comme processus d'appropriation, Gourlay (2006) souligne les limites en stipulant que la relation entre l'appropriation et la lecture est fragile. En effet, selon cet auteur, seule la pratique et l'emploi régulier des nouvelles connaissances dans les activités quotidiennes conduit réellement à l'appropriation de ces dernières, et permet aux individus de capitaliser sur leurs propres connaissances et d'en développer de nouvelles.

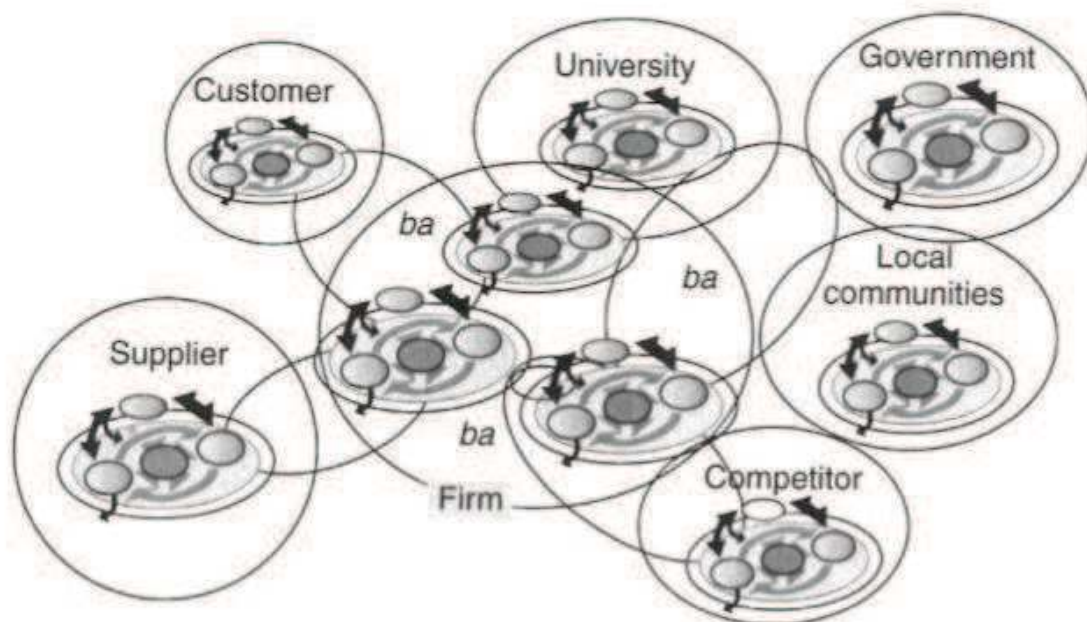
Discussions du modèle SECI et récents apports

L'un des fondements majeurs des approches discutant le modèle SECI s'appuie sur le postulat suivant : la connaissance tacite n'est perceptible que lorsqu'elle est expérimentée, vécue par un individu. En d'autres termes, la connaissance tacite reste incarnée dans l'action de celui qui la détient (voir Gourlay, 2006 ; Tsoukas, 2003 ; Lièvre et Rix-Lièvre, 2012) ce qui remet en cause les arguments épistémiques mis en avant par Nonaka et Takeuchi (1995)⁴. De plus, le modèle SECI se concentre sur un processus de recombinaison des connaissances internes. En ce sens, le modèle semble exclure toute forme intentionnelle d'apprentissage et d'acquisition de connaissances externes, ce qui restreint considérablement le rôle des routines dans la transformation des ressources liées aux connaissances. Nonaka et al. (2008) ont cherché à dépasser cette limite en revenant sur le concept de *Ba* et les lieux de création de la connaissance : « l'écosystème de la connaissance consiste en la superposition de plusieurs couches de *Ba*, qui coexistent hors des frontières de la firme et évoluent perpétuellement. Les firmes créent des connaissances en synthétisant leurs propres connaissances et les connaissances détenues par des acteurs extérieurs, comme les clients, fournisseurs, concurrents ou universités » (p. 430). Ainsi, il existe plusieurs niveaux de *Ba* qui coexistent et représentent des espaces de création de connaissances impliquant à la fois des individus dans la firme et en dehors. Les interactions entre les individus participent au processus de socialisation des connaissances entre ces différents espaces. Face au peu de considérations préliminaires dans cette approche du rôle de l'environnement dans le management des connaissances organisationnelles, Nonaka et al. (2008) reviennent sur la notion de *Ba*. Ils élargissent le concept pour le définir comme un espace multidimensionnel de dialogue et de

⁴ Nous renvoyons le lecteur à la discussion en page 26 sur la connaissance tacite.

renouvellement des connaissances de la firme, tout en le distinguant des travaux de Wenger (1998) sur les communautés de pratiques. Alors que ces dernières sont un lieu d'apprentissage, Nonaka et al. (2008) considèrent que le *Ba* est un espace de création de connaissances dont les frontières ne sont pas limitées par la réalisation d'une tâche, le partage d'une culture ou d'un passif commun. Ils ajoutent ainsi un niveau d'interaction entre la firme et son environnement, entre les individus ou groupes d'individus et l'environnement. Cette souplesse dans la délimitation du *Ba* s'explique en particulier par la facilité d'accès pour les membres, qui, contrairement aux communautés de pratiques, peuvent intégrer et sortir de cet espace à leur convenance. Nonaka et al. (2008) suggèrent alors non pas l'existence d'un *Ba* mais de multiples *Ba* qui co-évoluent autour et avec la firme (Figure 5).

Figure 5 L'écosystème des *Ba* organisé autour de la firme



Source : Nonaka et al. (2008) p. 41.

Dans cette conception, la notion des frontières de la firme est remise en cause. Nonaka et al. (2008) avancent l'idée qu'un « *Ba peut être construit comme une joint-venture avec un fournisseur, comme une alliance avec un concurrent, ou comme une interaction avec les clients, universités, communautés locales, ou le gouvernement* » (p. 41). L'objectif du *Ba* n'est pas de réunir des individus pour l'action (tâche) mais de les réunir parce qu'ils y

trouvent un intérêt en termes de connaissances, ce qui dépasse l'idée de la représentation de la connaissance en actes (Lièvre et Rix-Lièvre, 2012), non expérimentée mais discutée.

Les approches de l'apprentissage organisationnel introduites dans cette section présentent la connaissance comme centrale dans l'évolution des cadres structurant les activités de la firme (routines, ressources ou processus organisationnels). Au-delà des processus internes de conversion de la connaissance en savoir organisationnel, l'ouverture vers la connaissance externe existant dans l'environnement émerge dans les réflexions sur la capacité d'adaptation des firmes. Il ressort de la revue de littérature une convergence des intérêts autour d'une forme distincte d'aptitudes, de ressources, de routines déployées intentionnellement pour adresser la question de l'impact de l'environnement sur la firme et l'évolution de ses activités.

1.3. Les considérations théoriques sur une forme distincte de capacité organisationnelle

Les approches présentées dans la section précédente semblent trouver un consensus dans l'idée selon laquelle l'apprentissage constitue le mode d'évolution des processus organisationnels (routines, capacités organisationnelles et ressources). Ce consensus s'appuie sur la nécessité, face à des environnements de plus en plus dynamiques, de développer de nouvelles aptitudes d'adaptation rapide des processus. Ces récents travaux tendent à mieux intégrer l'intentionnalité du processus de transformation au travers de l'étude du rôle du manager et débouchent sur l'identification de capacités dynamiques (Teece et al., 1997). Nous allons ici développer les points de liaisons entre les évolutions des courants théoriques précédemment évoqués et les recherches autour des capacités dynamiques.

1.3.1. Dépasser l'inertie des routines

Face aux critiques d'inertie des routines, Nelson et Winter (1982) avaient introduit une première forme de transformation des routines en profondeur au travers du concept de *meta-routines*. Cette transformation se réalise par l'action palliative face à un dysfonctionnement, une inaptitude d'une routine à remplir sa fonction par la recherche (intentionnelle, managériale) de routines plus efficaces et leur substitution (Nelson et Winter, 1982). Mais elle agit également comme un mécanisme d'adaptation plus radical face aux changements rapides

dans l'environnement. Les méta-routines correspondent à des mécanismes de sélection externes à la firme qui déterminent des orientations possibles et contribuent à la transformation des routines et la résolution de problème. Ces routines interviennent pour transformer radicalement et dynamiquement (sans être ni répétitifs ni récurrents comme les routines) les routines opérationnelles (stables et répétitives) face aux environnements instables (Dosi et al., 1990 ; Adler et al., 1999 ; Feldman et Pentland, 2003 ; Pentland et Feldman, 2008). Ghosh et Sobek (2007) ont proposé trois fonctions principales aux meta-routines :

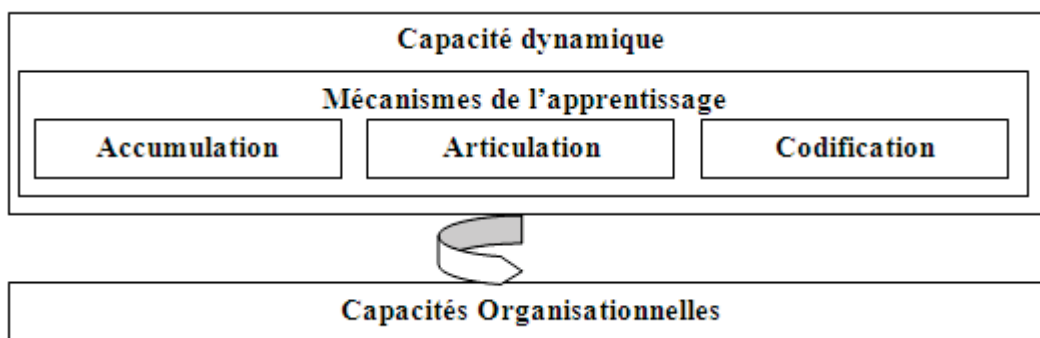
- premièrement, la meta-routine doit permettre de valider la connaissance sur l'environnement sur laquelle le manager s'appuie pour décider, réduire les biais d'interprétation ;
- deuxièmement, elle renforce l'approche collective de la résolution de problèmes qui favorise ainsi l'émergence d'une construction de connaissances explicites ;
- troisièmement et dernièrement, elle favorise la validation de ces nouvelles connaissances.

Certains auteurs ont assimilé des outils tels que *Total Quality Management (TQM)* ou encore l'approche des *Six Sigma* à des meta-routines (Eisenhardt et Martin, 2000 ; Rice et Cooper, 2010). Cependant, ainsi que le souligne Teece (2007) ces *best practices*, parce qu'elles sont largement adoptées par les firmes, ne peuvent constituer une supériorité concurrentielle et donc contribuer à un avantage concurrentiel durable (*ibid.*, p. 1321).

Pour expliquer les meta-routines et introduire la dimension intentionnelle prenant en compte le rôle du manager reprochée à l'approche des routines développée par les évolutionnistes, d'autres auteurs ont établi un lien théorique avec le courant des capacités dynamiques proposé par Teece et al. (1997). En effet, Teece et al. (1997) positionnent les capacités dynamiques comme des meta-routines, que Winter (2003) distingue sous l'appellation « *high-order routines* ». Winter (2003) souligne que ces meta-routines, ou capacités dynamiques, sont des capacités distinctes des routines opérationnelles, ces dernières étant des collections de routines mises en œuvre pour exécuter les activités quotidiennes (p. 991). Les capacités dynamiques interviennent quant à elles dans la transformation des routines opérationnelles pour changer la manière de réaliser l'activité (production, positionnement marché, relation client etc.). Zollo et Winter (2002) se sont quant à eux intéressés à la question de ce que sont ces meta-routines en les identifiant comme des processus d'apprentissage. Tout en distinguant

les routines opérationnelles des meta-routines comme l'a par la suite proposé Winter (2003), ils qualifient ces dernières de processus cognitifs intentionnels. Ils identifient trois processus cognitifs intentionnels, l'accumulation, l'articulation et la codification qui constituent les meta-routines et traduisent son action de transformation des routines opérationnelles par l'apprentissage (Figure 6).

Figure 6 La transformation des routines organisationnelles par les capacités dynamiques



Source : auteur, d'après Zollo et Winter (2002).

Premièrement, l'accumulation d'expérience. Zollo et Winter (2002) distinguent ici deux formes d'apprentissage relevant de ce niveau : la première est l'exécution des tâches quotidiennes qui s'inscrit en réponse à une demande (d'un acteur externe, client) ; la deuxième s'inscrit dans la démarche intentionnelle relative aux décisions managériales d'amélioration, par exemple lorsque la firme souhaite améliorer ses processus de production. Le processus d'apprentissage présenté ici est cumulatif car la firme capitalise sur ses connaissances pour faire évoluer ses routines opérationnelles, en s'appuyant sur les connaissances existantes dans la firme. Ce processus de transformation des routines et capacités opérationnelles s'appuie sur la définition des connaissances tacites introduite par Nonaka (1994). Le deuxième processus d'apprentissage et d'évolution des routines organisationnelles par les capacités dynamiques est l'articulation des connaissances. Selon Zollo et Winter (2002), les processus d'articulation des connaissances font évoluer les routines organisationnelles car les individus échangent et évaluent la performance des routines au regard de l'exécution des tâches quotidiennes. Enfin, le dernier processus d'apprentissage est la codification des connaissances qui permet d'aboutir à la restructuration et validation des routines organisationnelles et la création de nouvelles routines plus performantes.

Cette approche constitue un premier fondement théorique du concept de capacité dynamique. Les meta-routines sont mobilisées de façon intentionnelle et performative comme un programme de détection des routines opérationnelles défaillantes, de recherche de routines efficaces pour renforcer ou remplacer ces routines (Feldman et Pentland, 2003). Cette approche constitue un appui théorique solide pour explorer le cadre des capacités dynamiques.

1.3.2. Adapter rapidement les ressources

Le concept des capacités dynamiques trouve également de nombreux fondements dans l'approche des ressources développées par la théorie RBV. Il s'agit ici de dépasser la position selon laquelle la capacité à combiner des ressources confère à la firme un avantage durable pour s'interroger sur la réalité de ce postulat dans le cas des environnements très dynamiques. En effet, nous avons précédemment souligné deux limites majeures à l'application du modèle VRIN dans le cas des firmes évoluant dans des environnements dynamiques, la première étant d'ordre tautologique (on ne peut évaluer le lien entre une ressource et son incidence sur l'avantage concurrentiel qu'*a posteriori*). La deuxième est l'ambiguïté causale soulevée par Priem et Butler (2001) : les ressources VRIN sont elles-mêmes des ressources dont les critères de « supériorité » sont étroitement corrélés à l'histoire de la firme qui génère des ressources qui lui sont propres. Comment, dans ce cas-là, évaluer le lien avec la performance et distinguer à fonction équivalente les ressources VRIN entre firmes concurrentes ?

Teece et al. (1997) répondent partiellement à ces critiques en proposant le cadre des capacités dynamiques. Premièrement, ils distinguent les ressources des capacités dynamiques en insistant sur la dimension de transformation des ressources, le développement des compétences, et non leur exploitation et combinaison. La détention de ressources VRIN ne permet pas selon Teece et al. (1997) d'acquérir un avantage concurrentiel durable si la firme ne dispose pas de capacités pour les mettre en œuvre efficacement. Helfat et al. (2007) définissent les capacités dynamiques comme les « aptitudes d'une organisation à créer, étendre et modifier à propos sa base de ressources » (p. 1). Les ressources et compétences organisationnelles n'évoluent donc pas d'elles-mêmes mais par l'action du manager (Adner et Helfat, 2003).

Synthèse de la première section

Cette première section introduit les champs théoriques sur lesquels repose l'approche des capacités dynamiques. En nous appuyant sur la définition de la connaissance dans la firme, nous mettons en avant l'idée selon laquelle l'observation des processus d'apprentissage de la firme permet de se représenter les dynamiques des connaissances, mais uniquement sous leur forme explicite. La dimension tacite de la connaissance requiert son expérimentation et sa codification relève d'un processus personnel d'interprétation qui limite sa compréhension pleine et entière (Polanyi, 1967 ; Tsoukas, 2003).

Nous avons souligné dans une deuxième section que les approches de l'apprentissage organisationnel ont tenté d'élucider le problème de l'observation des connaissances tacites. Les approches par les routines et les ressources mettent en avant le rôle du manager, et l'influence des connaissances tacites qu'il possède, dans l'apprentissage organisationnel et les processus de transformation des capacités. L'approche SECI de Nonaka et Takeuchi suggère que la connaissance tacite peut être abordée par l'étude des interactions entre les individus. Ces approches de l'apprentissage conduisent à envisager la connaissance organisationnelle comme le matériau constitutif des routines, capacités organisationnelles et ressources (Dosi, 2002). Elles sont aujourd'hui discutées notamment sur l'importance de l'expérimentation de la connaissance (Gourlay, 2006 ; Lièvre et Rix-Lièvre, 2012).

Dans le cas des environnements dynamiques qui constituent le cadre empirique de notre recherche, nous avons souligné que ces différentes approches de l'apprentissage organisationnel semblent converger vers l'existence d'une forme distincte d'aptitudes déployées par les firmes (Winter, 2003 ; Feldman et Pentland, 2003). Nous avons montré que la littérature, à la suite d'un premier effort de recoupement effectué par Teece et al. (1997) définit ces aptitudes sous l'appellation « capacités dynamiques » par lesquelles la firme identifie les changements dans l'environnement, évalue leurs impacts et ajuste ses capacités organisationnelles, routines et ressources. Nous proposons d'étudier plus en profondeur les concepts développés autour de la définition des capacités dynamiques pour montrer que cette approche, en dépit d'un manque de clarté et d'opérationnalisation évident, propose des axes d'exploration intéressants pour les managers.

2. Les capacités dynamiques : aider la firme à évoluer dans un environnement instable

Les capacités dynamiques sont distinguées dans la littérature des capacités organisationnelles et des ressources de la firme, et relèvent d'une intention managériale de répondre rapidement aux changements de l'environnement. Elles sont déployées pour modifier en profondeur les ressources et capacités organisationnelles. Malgré la richesse de la littérature, nous mettons en avant dans cette section deux limites majeures. Premièrement, la pluralité des approches qui empêche de percevoir ce que sont les capacités dynamiques, chaque auteur présentant sa propre approche et sa définition. Deuxièmement, en lien étroit avec cette insaisissabilité des cadres définissant les capacités dynamiques, la faiblesse du corpus d'études empiriques observant, décrivant les capacités dynamiques et le manque d'opérationnalité des cadres présentés. Wang et Ahmed (2007) relèvent par exemple 32 études empiriques dans leur analyse (p. 40). Dans cette section nous revenons tout d'abord sur les deux premiers aspects en discutant la littérature, puis nous nous intéressons plus spécifiquement aux travaux récents de Teece (2007) qui nous permettent d'évaluer le cadre des capacités dynamiques *sensing* pour envisager son utilisation pour aborder l'intelligence technologique.

2.1. La diversité des approches des capacités dynamiques

Les travaux de Teece et al. (1997) ont permis d'élargir le concept aux secteurs et marchés caractérisés par une dynamique permanente des changements et où l'avantage concurrentiel des firmes ne peut être que temporaire. La place de l'environnement est centrale dans l'approche de Teece car, plus ce dernier évolue rapidement au gré des changements technologiques, plus les firmes doivent s'adapter rapidement et détenir des aptitudes à se reconfigurer. Non seulement les firmes développent des capacités pour exploiter leurs ressources, mais elles génèrent également des capacités à renouveler ces ressources et capacités, et à en créer de nouvelles. Ces capacités sont dites « dynamiques » et sont une des principales sources de l'avantage concurrentiel (Collis, 1994 ; Teece, 2007).

2.1.1. L'intentionnalité du changement à l'origine des capacités dynamiques

Comme nous l'avons souligné en introduction de cette section, les capacités dynamiques trouvent leurs fondements à la fois dans les théories évolutionnistes des routines et l'approche des ressources de la RBV. Plus particulièrement, ces approches tendent à reporter le discours sur les ressources tenu par les théoriciens de la firme sur les problématiques nouvelles des secteurs fortement turbulents. Cette approche met en avant la capacité des firmes à reconfigurer en permanence leurs bases de connaissances pour s'adapter aux changements de l'environnement et maintenir leur avantage face à l'entrée de nouveaux acteurs, aux ruptures technologiques, à l'introduction de produits de substitution et aux contraintes de la concurrence (Henderson et Cockburn, 1996). De là, les chercheurs tant évolutionnistes que gestionnaires employant les capacités dynamiques pour observer les dynamiques d'adaptation des firmes aux changements de l'environnement se trouvent face à un problème : que sont les capacités dynamiques ?

La définition proposée par Teece et al. (1997) est une synthèse des approches précédentes : **les capacités dynamiques sont l'aptitude des firmes évoluant dans des environnements très dynamiques à intégrer, construire et reconfigurer leurs actifs spécifiques internes et externes**⁵. La richesse du courant théorique naît de la difficulté des chercheurs à définir les fondations des capacités dynamiques (source), leur mode de création et d'évolution et surtout à observer empiriquement les capacités dynamiques en création ou en action. Plusieurs postulats apparaissent dans la littérature pour définir ce que sont ou ne sont pas les capacités dynamiques à la suite de cet article séminal :

- elles n'apparaissent pas comme des ressources à part entière mais des processus ou procédés de déploiement ou de transformation des ressources (Amit et Schoemaker, 1993 ; Collis, 1994 ; Winter, 2003). Les considérations théoriques récentes apportées par Teece (2007) et Helfat et al. (2007) tendent à les assimiler aux capacités organisationnelles et à la notion de schéma répétitif (routines) évolutionniste (Zollo et Winter, 2002) *via* l'assemblage complexe des actifs spécifiques de la firme ;
- elles peuvent être entendues comme des processus de transformation des compétences et ressources, qu'il s'agisse de nouveaux moyens de combiner les ressources (*Combinatives capabilities* introduites par Kogut et Zander, 1992) ou d'intégrer de

⁵ Huit grandes catégories d'actifs spécifiques sont distingués : les actifs financiers, réputationnels, technologiques, de support (*complementary assets*), structurels, institutionnels (liés à l'environnement), de marché et les frontières organisationnelles.

nouvelles ressources pour en créer de nouvelles (*Architectural Competences* d'Henderson et Cockburn, 1996) ;

- elles constituent des processus qui s'inscrivent dans la durée, supposant une forme incrémentale d'action (Teece et al., 1997 ; Zollo et Winter, 2002). Aux visions évolutionnistes s'ouvrent en parallèle des perspectives plus managériales incarnées par les travaux d'Adner et Helfat (2003) et des études empiriques (Wang et Ahmed, 2007 ; Pablo et al., 2007 ; Ambrosini et Bowman, 2009). Le rôle éminent des managers traduit une volonté de transformation, d'action supérieure aux reconfigurations incrémentales ;
- elles sont déployées dans un but précis et, pour certains auteurs, elles peuvent intervenir pour anticiper tout changement dans l'environnement et susciter la création d'un marché (Eisenhardt and Martin, 2000 ; Helfat et al., 2007). Il ne s'agit pas ici de s'adapter mais de susciter le changement (dimension intentionnelle de leur action) par l'adoption de pratiques efficaces de gestion. En effet, l'adaptation aux changements est permise par une forme d'apprentissage en temps réel des connaissances et d'exploitation des routines transformant le savoir tacite en savoir explicite. Les capacités dynamiques concernent alors l'ensemble du processus de transformation des ressources, de l'acquisition (de nouvelles ressources, de savoirs) à leur exploitation et transformation (soit amélioration marginale de la ressource, voire création de nouvelles ressources) ;
- le résultat attendu de l'action des capacités dynamiques est soit la recombinaison (Kogut et Zander, 1992), soit la transformation soit la création de ressources et compétences organisationnelles ;
- enfin, elles participent du processus d'apprentissage de la firme. Zollo et Winter (2002) qualifient les capacités dynamiques de routines dynamiques intervenant pour codifier les connaissances utiles au changement en sus des connaissances déjà accumulées par les routines organisationnelles.

La pluralité des définitions introduites ici traduit le manque de clarté général du courant théorique. En effet, les critères soutenant cette distinction sont tout aussi imprécis, certains abordant la question sous l'angle de la performance, du résultat escompté (Teece et al., 1997 ; Zollo et Winter, 2002) et d'autres sur la perception managériale (Eisenhardt et Martin, 2000 ;

Helfat et al., 2007). Cette divergence des approches se traduit par de nombreuses tentatives de ces auteurs pour « catégoriser, hiérarchiser » les capacités de la firme.

2.1.2. Envisager leur déploiement dans les cadres organisationnels

Un trait commun aux définitions avancées dans la première sous-section rapproche les capacités dynamiques de l'intention managériale. Les capacités dynamiques seraient déployées et mises en œuvre par les managers d'après leur expérience quotidienne des processus de la firme et leur observation de l'environnement (Teece, 2007). Or, là encore, l'articulation entre les approches évolutionnistes et managériales de la firme n'est pas claire lorsqu'il s'agit de déterminer les objectifs du déploiement des capacités dynamiques : la performance (Teece et al. 1997), l'absorption de connaissances (Zahra et George, 2002 ; Huet et Lazaric, 2008 ; Noblet et Simon, 2010) et l'innovation (Chanal et Mothe, 2004).

Face à cette problématique, de nombreux auteurs ont entrepris de synthétiser les courants pour mettre en évidence une hiérarchie des capacités de la firme. Cette hiérarchie s'établit selon deux critères, la distinction entre les routines opérationnelles (inertes) et les capacités dynamiques dans l'approche évolutionniste, et la prise en compte de la perception managériale dans l'approche basée sur les ressources.

Selon l'approche évolutionniste tout d'abord, Zollo et Winter (2002) puis Winter (2003) distinguent les capacités dynamiques des routines opérationnelles, en ce que les secondes constituent les processus stables et répétitifs d'exécution des tâches quotidiennes par la combinaison des actifs de la firme. Cette approche s'accorde avec les travaux de Collis (1994) sur les méta-capacités ayant pour objet la création ponctuelle de nouvelles capacités dynamiques. Or, Winter (2003) définit les capacités dynamiques comme des routines d'ordre supérieur (*high-order routines*) selon deux critères. Premièrement, les capacités dynamiques ne sont pas des capacités inscrites dans le sentier de la firme mais dans son environnement, dans lequel elles existent indépendamment et se retrouvent exploitées par la firme car cette dernière évolue avec son environnement. Par ce biais, la firme apprend à apprendre et à s'adapter au changement requis pour se maintenir dans l'environnement. La finalité des capacités dynamique est alors la création de rentes et la performance de l'entreprise par l'amélioration des routines. Cependant, Zollo et Winter (2002) soulignent que ces capacités dynamiques sont amenées, par leur exploitation dans les processus organisationnels de la firme et parce qu'elles participent de l'apprentissage organisationnel, à générer de nouvelles routines et à se structurer en nouvelles routines opérationnelles.

Dans l'approche managériale, les capacités dynamiques sont des aptitudes déployées intentionnellement pour transformer les ressources et capacités opérationnelles (Teece et al., 1997 ; Eisenhardt et Martin, 2000). L'objectif du déploiement vise avant tout les possibilités offertes pour reconfigurer les ressources et *in fine* obtenir un avantage concurrentiel (Eisenhardt et Martin, 2000). Elles sont donc identifiées par les managers comme supérieures aux ressources et capacités organisationnelles dans la mesure où elles ne sont pas figées et constituent un mécanisme d'identification d'un changement dans l'environnement et de réponse immédiate par l'adaptation des capacités opérationnelles. Ce niveau supérieur est mobilisé pour résoudre des problèmes particuliers et ponctuels, et, contrairement aux capacités opérationnelles de rang supérieur, il n'est ni répétitif ni routinier. En s'appuyant sur les travaux d'Eisenhardt et Martin (2000) et sur l'importance de l'intention managériale, Ambrosini et Bowman (2009) proposent de distinguer différents types de capacités dynamiques. Ces différentes capacités sont mobilisées par le manager selon sa perception du besoin de changement à apporter aux capacités de la firme par rapport à un changement dans l'environnement. Le premier niveau des capacités dynamiques identifiées correspond à un niveau de changement faible intervenant dans un environnement plutôt stable. Cette capacité dite incrémentale intervient pour ajuster légèrement les ressources face à de tels changements. Son fonctionnement tel que décrit par Ambrosini et Bowman (2009) s'assimile très fortement au cadre des routines organisationnelles que nous avons introduit en première section de ce chapitre (les processus stables et répétitifs intervenant pour exploiter la base de ressources et compétences quotidiennement). Le deuxième niveau, les capacités dynamiques de renouvellement, correspond à la définition partagée par Teece et al. (1997) et Helfat et al. (2007) des capacités dynamiques. Les auteurs soulignent cependant que ces deux premières capacités dynamiques peuvent être confondues dans la littérature dans la mesure où elles interviennent toutes les deux sur la base de ressources de la firme, à la différence près que l'intensité du changement perçue dans l'environnement va graduer cette intervention. Enfin, ils distinguent un dernier niveau, les capacités dynamiques régénératives dont l'objectif est de « renouveler le stock actuel des capacités de la firme » (p. 4). L'autre fonction de ce niveau est de coordonner les actions transformatives des différentes capacités dynamiques.

Le Tableau 1 ci-après synthétise les discussions précédentes.

Tableau 1 Synthèse des approches hiérarchiques des capacités dynamiques

	Collis (1994)	Teece et al. (1997)	Winter (2003)	Helfat et al. (2007)	Ambrosini et Bowman (2009)
Niveaux concordants dans la littérature	Meta capacité <i>Creative capability</i>		Capacité dynamique d'ordre supérieur DC		Capacité dynamique régénérative
	Capacités dynamiques	Capacités dynamiques	Capacité dynamique de premier ordre	Capacités dynamiques	Capacité dynamique de renouvellement
					Capacité dynamique incrémentale
	Capacités fonctionnelles	Capacités opérationnelles	Capacité d'ordre zéro Routines organisationnelles	Capacités opérationnelles	Capacités opérationnelles
	Ressources	Ressources	Ressources	Ressources	Ressources

Source : auteur.

L'étude des différentes qualifications des capacités dynamiques (organisationnelles, de rang supérieur, incrémentales, de régénération) que nous venons d'aborder permet de positionner plus clairement les capacités dynamiques comme des capacités distinctes des capacités opérationnelles. Cependant, l'argument selon lequel les capacités dynamiques seraient supérieures tend à s'effacer dans les approches récentes pour concentrer les recherches sur les mécanismes de création qui permettent l'observation des capacités dynamiques, dont le déploiement des capacités d'absorption de connaissances et les processus managériaux. Mais la difficulté à comprendre et délimiter les contours des capacités dynamiques se trouve aujourd'hui encore soulignée dans les travaux empiriques qui ont tenté d'opérationnaliser les concepts (Ridder, 2011).

2.2. Évaluer l'opérationnalisation du concept de capacité dynamique

Il ressort de cette première sous-section que le concept de capacité dynamique semble trouver une certaine stabilité autour de la reconnaissance de deux idées structurantes. Premièrement, le déploiement d'une capacité dynamique est inhérent au processus d'apprentissage de la firme. Qu'il s'agisse d'une approche par les routines ou par la recherche délibérée de capacités externes, la connaissance semble être un élément constitutif majeur. Deuxièmement, la capacité dynamique est déployée intentionnellement par les managers, ce qui nous laisse à penser que son observation peut s'effectuer par l'analyse de processus managériaux.

Nous allons revenir sur ces deux idées pour montrer comment elles ont été abordées dans la littérature pour comprendre concrètement et expliquer de façon empirique ce que sont les capacités dynamiques et comment elles évoluent.

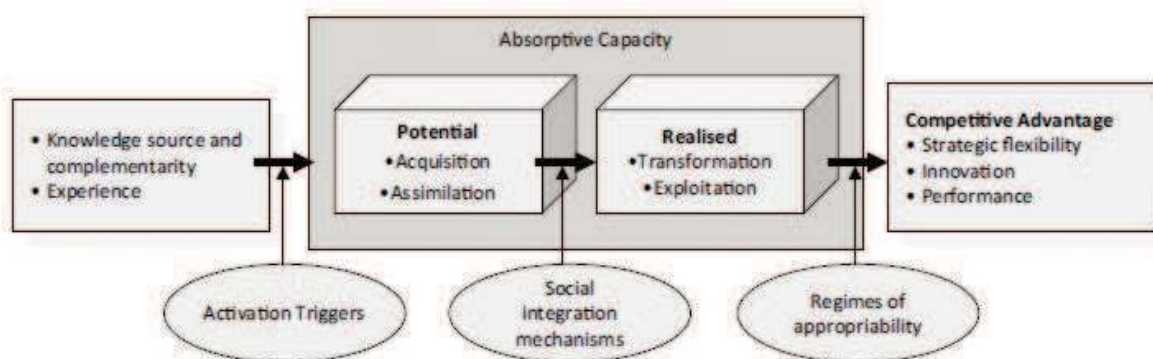
2.2.1. La relation entre les capacités dynamiques et les processus d'apprentissage

Ainsi que nous l'avons illustré en première section par l'analyse des travaux sur le management des connaissances, l'apprentissage organisationnel est un mécanisme important de la transformation des ressources et capacités organisationnelles contribuant à l'adaptation de la firme. Mieux, il est une « source d'enjeux stratégiques pour l'entreprise » (Huet et Lazaric, 2008, p. 67). Face à ce constat, de nombreux chercheurs ont investigué le lien entre l'apprentissage et les capacités dynamiques, en particulier la capacité d'absorption de connaissances (Cohen et Levinthal, 1990 ; Zahra et George, 2002 ; Di Stefano et al., 2010). La capacité d'absorption établit un lien cognitif entre la firme et son environnement, qui se matérialise par la capacité à détecter, exploiter et valoriser dans l'entreprise les connaissances externes.

Nous proposons ici de revenir en particulier sur les travaux de Zahra et George (2002) et Zahra et al. (2006). Pour Zahra et George (2002), la capacité dynamique d'absorption des connaissances procède par la reconnaissance de la valeur de la connaissance externe pour soutenir l'avantage concurrentiel de la firme. En effet, l'exploitation organisée de connaissances externes accélère le renouvellement des connaissances internes de la firme, lui permettant d'être plus flexible face aux changements de l'environnement et d'innover. Ces travaux lient l'approche des capacités dynamiques à un certain nombre de postulats extraits de l'approche *Knowledge-Based View*. Zahra et George (2002) proposent une combinaison de quatre processus organisationnels (Figure 7) :

- l’acquisition de connaissances, définie comme la capacité d’une firme à identifier et acquérir des connaissances externes critiques pour ses activités. Cette étape est déterminante car plus la firme dispose d’aptitude et d’habileté à repérer et acquérir de la connaissance externe, plus elle améliore sa capacité d’absorption en éprouvant le processus. Elle crée ici un lien capital avec la connaissance externe située dans son environnement ;
- l’assimilation regroupe l’ensemble des processus d’analyse, d’interprétation et de compréhension des connaissances obtenues. Cette phase repose sur un certain nombre de routines et de processus opérationnels par lesquels la firme évalue, analyse et extrait des interprétations ;
- la transformation est le processus de combinaison des connaissances nouvelles externes avec les connaissances existantes par l’action notamment de routines. Les auteurs rejoignent ici une étape du processus de conversion des connaissances SECI (Nonaka et Takeuchi, 1995), en précisant cependant que, dans ce contexte, la capacité dynamique peut avoir un rôle destructeur sur les connaissances existantes ;
- enfin, l’exploitation relève de l’utilisation de ces nouvelles connaissances pour transformer les compétences de la firme et ses processus et correspond à l’identification de nouveaux projets, produits, brevets etc.

Figure 7 La capacité dynamique d’absorption des connaissances



Source : Zahra et George (2002) p. 193.

Le cadre proposé par Zahra et George (2002) offre d’importantes opportunités pour observer le fonctionnement d’une capacité dynamique au travers de l’étude des flux de connaissances.

Teece (2007) intègre le management des connaissances et l'apprentissage dans les micro-fondations de son approche des capacités dynamiques, et souligne leur rôle critique pour la performance de la firme. Il emprunte à Zollo et Winter (2002) les cadres de l'intégration des connaissances au sein du troisième processus (Transformer).

Plusieurs approches ont par la suite approfondi ces travaux initiaux sur l'observation de la capacité dynamique d'absorption. Huet et Lazaric (2008) ont ainsi souligné que « les capacités d'absorption potentielles [...] ne se concrétiseront que si les organisations ont l'aptitude de concrétiser ces opportunités (« *realised absorptive capacity* ») » (p. 67). Une des conclusions de leur étude précise que, dans le cas des PME observées, la stratégie d'absorption de connaissances (par coopération) ne peut être réalisée indépendamment d'une activité de recherche interne et doit s'inscrire dans une démarche d'apprentissage globale de l'entreprise. Noblet et Simon (2010) soulignent que ces études empiriques optent toutes pour une démarche quantitative, là où une approche plus qualitative par études de cas mettrait en évidence l'enchaînement entre ces processus pour exécuter et parvenir à l'accomplissement de la capacité d'absorption.

Cette première approche de l'observation opérationnelle des capacités dynamiques s'inscrit dans l'étude des processus d'apprentissage de la firme. Ces processus constituent un champ intéressant pour observer le déploiement de capacités dynamiques, mais là encore cette observation couvre des capacités déjà existantes dans la firme et une évaluation de leur effectivité *a posteriori*.

2.2.2. Le rôle du manager dans le déploiement des capacités dynamiques

À l'issue de ces revues de littérature, il apparaît que le terrain de recherche glisse progressivement des considérations autour des capacités dynamiques en tant que processus organisationnels collectifs (routines) vers l'étude du rôle des managers dans l'évolution et la création des capacités dynamiques (Adner et Helfat, 2003 ; Helfat et al., 2007 ; Teece, 2007). Une des critiques majeures aux travaux sur les capacités dynamiques est portée par les approches managériales du courant théorique qui relèvent que la prise de décision stratégique dans une entreprise est un processus entrepreneurial, et non pas un processus collectif automatisé et inscrit dans les routines (Adner et Helfat, 2003). Pour ces auteurs, les capacités dynamiques ne sont pas les instruments de la pensée collective de la firme servant à percevoir l'environnement et adapter ses capacités opérationnelles, mais « des capacités par lesquelles les managers construisent, intègrent et reconfigurent les ressources et compétences

organisationnelles » (p. 1012). Le rôle du manager est entendu comme celui qui actionne ces capacités pour renouveler les capacités organisationnelles et les adapter aux changements qu'il perçoit dans l'environnement. Elles appuient ainsi sa prise de décision et peuvent relever d'un processus de sélection intentionnel : le manager pallie à l'absence d'une capacité dynamique par la recherche de cette dernière dans l'environnement et son intégration dans les processus de la firme.

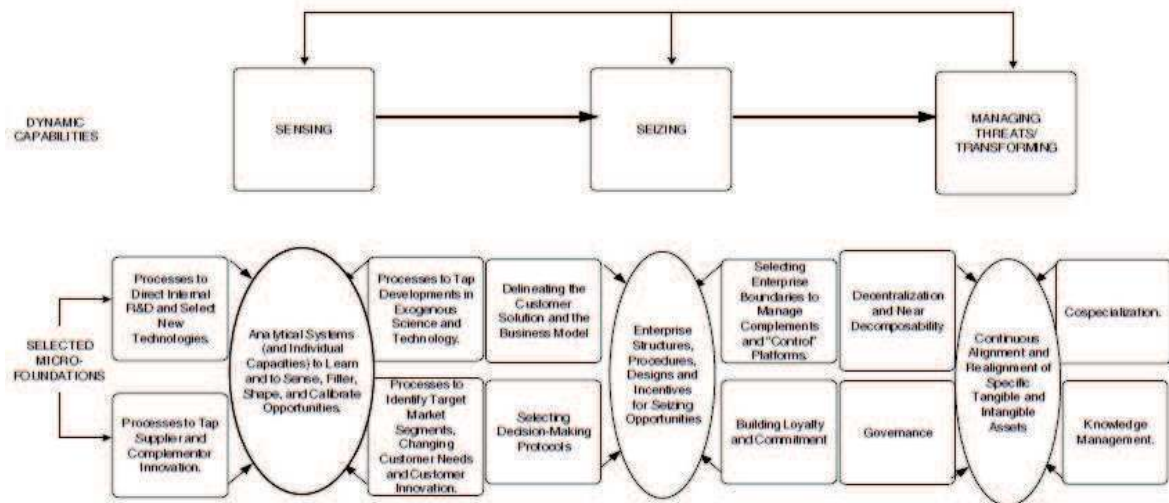
Les revues de la littérature par bibliométrie sur les capacités dynamiques (Barreto, 2010 ; Di Stefano et al., 2010; Meurier et al., 2011) isolent le rôle structurant de trois papiers dans l'évolution des discussions théoriques autour des capacités dynamiques : Teece et al., (1997), Eisenhardt et Martin (2000) et Zollo et Winter (2002). Or, ces travaux mettent en exergue le rôle du manager dans le déploiement de ces capacités, ce qui amène plusieurs auteurs à s'interroger sur la distinction entre ces capacités dynamiques et certains processus managériaux (Eisenhardt et Martin, 2000 ; Danneels, 2008). Pour Eisenhardt et Martin (2000) les capacités dynamiques peuvent être rapprochées de certains processus managériaux tels le développement de produits, la conclusion d'alliance ou encore la prise de décision. Ces processus managériaux sont identifiables et distincts des activités de mise en œuvre des ressources pour accomplir les tâches quotidiennes et s'apparentent à des *best practices* (p. 1006).

La perception et le rôle du manager dans le déploiement des capacités dynamiques jouent un rôle central dans les travaux empiriques qui ont cherché à explorer le cadre pour étudier leur contenu, les mécanismes et processus par lesquels elles se manifestent et peuvent être observées (Teece, 2007 ; Schreyögg et Kliesch-Eberl, 2007). Ainsi, Schreyögg et Kliesch-Eberl (2007), face aux contradictions et limites des cadres théoriques des capacités dynamiques, proposent de revenir aux fondements des capacités organisationnelles pour expliquer leur transformation. Selon ces auteurs, la distinction d'une forme supérieure de capacité n'est ni théoriquement solidement fondée, ni empiriquement clairement éprouvée. De plus, la validation de son statut « supérieur » ne peut être appréciée qu'*a posteriori*. Leur approche de la capacité de surveillance s'entend par le déploiement d'une capacité distincte de surveillance des autres capacités de la firme et de celles déployées dans l'environnement pour effectuer une tâche.

Teece (2007, 2009) propose de redéfinir les contours des capacités dynamiques au travers de la démarche d'innovation de la firme : les capacités dynamiques sont entendues comme les aptitudes de la firme à appréhender (*sense*) et saisir (*seize*) les opportunités et menaces, pour maintenir la compétitivité de la firme par le renforcement, la combinaison, la protection et la

reconfiguration (si nécessaire) des actifs tangibles et intangibles de la firme (Teece, 2009, p. 6). Selon Teece (2007), ces trois aptitudes (*sensing*, *seizing*, *transforming*) constituent une capacité dynamique majeure de la firme (voir Figure 8).

Figure 8 Micro-fondations des capacités dynamiques



Source : Teece (2007) p. 1342.

La première d'entre elles concerne la capacité d'une firme à comprendre son environnement, à l'analyser, à apprendre par l'acquisition de connaissances et à en créer de nouvelles pour définir une nouvelle stratégie adaptée aux changements de l'environnement. C'est la dynamique *sensing*. Pour maintenir son avantage concurrentiel, la firme doit rester ouverte sur les opportunités et menaces de son environnement, et capter les connaissances qui y sont préexistantes ou nouvelles pour les intégrer dans sa base de connaissances, ses processus de recherche et développement et nouveaux produits/services. La firme va ainsi évaluer les évolutions technologiques et les réactions des autres acteurs de l'environnement (concurrents, clients, fournisseurs, institutions), mais aussi au-delà de celui-ci (exploration et recherche, anticipation des besoins des clients)⁶.

Le deuxième niveau de capacités dynamiques adressé par Teece (2007) est relatif aux choix effectués par la firme pour répondre à ces changements identifiés dans l'environnement (opportunités et menaces). C'est la capacité dynamique *seizing*. Nous avons souligné que le maintien et le développement de compétences technologiques permet à la firme de s'adapter

⁶ Cela rejoint les travaux après March et Simon (1958).

et de répondre plus rapidement aux changements, notamment par le design de nouveaux produits/services. La dimension *seizing* des capacités dynamiques va donc s'intéresser à la capacité des managers à intégrer les informations pour modifier les orientations de la firme selon la nouvelle stratégie retenue, notamment l'identification des dysfonctionnements dans les processus, les règles de décision et les processus d'attribution de ressources (Teece, 2010). Enfin, la dernière catégorie de capacités dynamiques regroupe celles liées à la transformation des ressources pour accompagner la réalisation de la nouvelle orientation stratégique. C'est la dynamique *transforming*.

Dans une tentative d'exploration de ce cadre, Ridder (2011) exploite les capacités *sensing* et *seizing* pour examiner le processus d'innovation ouverte pratiqué par six firmes du secteur pharmaceutique. L'étude de ces firmes a conclu que les firmes ayant des capacités dynamiques *sensing* et *seizing* développées profitaient davantage des connaissances et technologies acquises dans le cadre de pratiques d'innovation ouverte (p. 35).

Les concepts théoriques développés souffrent lorsqu'il s'agit de les confronter aux réalités des firmes. Ainsi, les observations empiriques ont très souvent lié le concept de capacité dynamique à une ou plusieurs capacités managériales, pour observer et comprendre les mécanismes à l'origine des capacités dynamiques, les processus d'apprentissage dont elles font parti. Il ressort de ces études l'idée que les capacités dynamiques s'observent *a posteriori* parce que l'on peut juger alors de l'impact de leur action sur la restructuration des processus organisationnels et des ressources et sur l'obtention d'un avantage concurrentiel *in fine*.

2.3. Les perspectives de recherche retenues

À la lumière des précédentes discussions dans ce chapitre, nous souhaitons apporter ici quelques clés de lecture sur notre définition de l'approche retenue dans le cadre de ces travaux.

2.3.1. Proposer une approche de l'adaptation intentionnelle

Face à la pluralité et l'imprécision des approches abordant le concept de capacité dynamique, il apparaît nécessaire pour poser notre champ de recherche de nous positionner par rapport à ces différentes approches. Ainsi, nous proposons de définir les capacités dynamiques comme les aptitudes déployées intentionnellement par les managers pour appréhender les

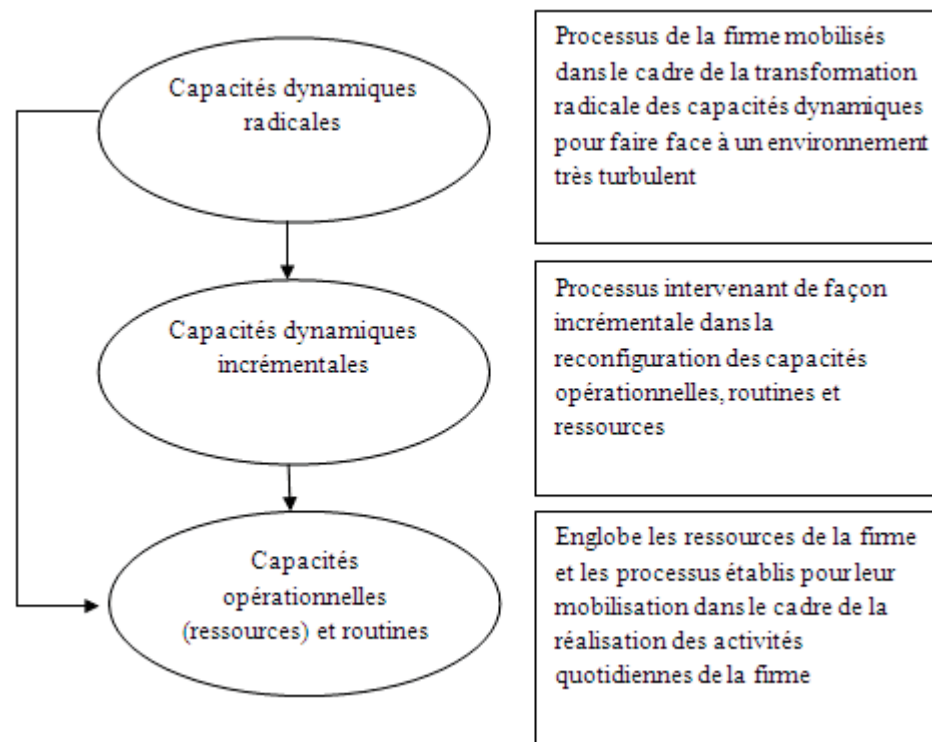
changements et intervenir sur les capacités opérationnelles pour résoudre les problèmes et adapter la firme à l'environnement. Ces capacités peuvent intervenir de façon incrémentale pour un ajustement régulier des capacités opérationnelles, ou radicale par un processus de destruction ou création de capacités opérationnelles en vue d'atteindre un objectif stratégique.

Cette définition suppose de revenir sur la définition des ressources, que nous entendons comme les actifs (briques de base) de la firme réalisant les activités quotidiennes. Pour effectuer ces activités, des capacités organisationnelles sont déployées, entendues comme les processus organisationnels stables et répétitifs qui exploitent et combinent les ressources pour réaliser l'activité. Nous assimilons ici les capacités organisationnelles et les routines.

Les capacités dynamiques sont déployées intentionnellement par les managers pour répondre à un problème identifié mais, ainsi que l'ont souligné Ambrosini et Bowman (2009), la perception du problème par le manager joue un rôle fondamental dans son action. Le manager évalue l'impact du problème au regard de la connaissance qu'il détient de son environnement et de sa situation, ce qui l'amène à adapter et modérer la réponse. En conséquence, le manager peut faire le choix de déployer les capacités dynamiques pour un changement radical des capacités et ressources de la firme, ou plus incrémental, par une adaptation moins lourde. Nous proposons de conserver dans notre approche des capacités dynamiques cette distinction (Figure 9), en justifiant deux processus de capacités dynamiques agissant sur la base de ressources et de capacités opérationnelles :

- les capacités dynamiques incrémentales relèvent de l'adaptation des capacités et ressources en surface. Par exemple, la mise en place d'une base de connaissances partagée qui, bien qu'impactant les individus impliqués dans la réalisation d'une tâche par l'apport de connaissances ou l'accès facilité à ces dernières, ne change en rien la manière de réaliser l'activité ;
- les capacités dynamiques radicales qui relèvent de transformations profondes. L'introduction d'une nouvelle norme est ici un bon exemple de résolution de problème nécessitant le déploiement d'une capacité dynamique radicale pour adapter l'ensemble du processus de réalisation de l'activité.

Figure 9 Distinction des capacités dynamiques



Source : auteur.

Ainsi, nous proposons de distinguer les capacités organisationnelles des capacités dynamiques, les premières intervenant dans l'accomplissement des activités quotidiennes de la firme par combinaison des ressources, et les secondes intervenant de façon à améliorer continuellement les premières. Dans les cas où les changements peuvent être sources de turbulences importantes pour l'environnement, les firmes doivent être en mesure de transformer rapidement et profondément (voire radicalement) leurs capacités dynamiques, et pour cela œuvrer à adopter des cadres processuels dynamiques permettant d'identifier les capacités n'exerçant plus leur action, et d'en sélectionner d'autres plus appropriées.

2.3.2. La dimension *sensing* : un cadre d'exploration des capacités dynamiques

Le déploiement des capacités dynamiques proposé par Teece s'articule autour de trois capacités, l'appréhension d'opportunités (*sensing*), leur évaluation (*seizing*) et enfin leur intégration pour adapter la firme (*transforming*). Mais là encore, il apparaît difficile d'observer empiriquement l'enchaînement de ces trois capacités. Face à la multitude d'approches proposées pour observer les capacités dynamiques, le cadre de la capacité

sensing proposé par Teece (2007) comporte des éléments intéressants pour développer notre objet d'étude, la capacité des firmes à appréhender les changements survenant dans son environnement scientifique et technique.

Tout d'abord, les capacités relevant du *sensing* représentent l'ouverture de la firme sur son environnement en vue de comprendre les changements et d'anticiper leurs effets sur le positionnement de la firme. L'activité *sensing* s'entend comme une activité de recherche, de création, d'apprentissage et d'interprétation des signes extérieurs pour percevoir les opportunités qu'ils représentent (Teece, 2007, p. 1322). Mais elle se conçoit aussi comme une démarche de surveillance des choix technologiques des concurrents, clients et fournisseurs qui peuvent eux aussi identifier une opportunité mais l'adresser par une tout autre option.

Ensuite, notre approche concerne la manière dont les firmes acquièrent intentionnellement des connaissances, en dehors de tout processus de recherche et développement déjà existant. Teece (2007) décrit la capacité *sensing* comme une dynamique d'apprentissage complémentaire à l'activité de R&D, pour « ouvrir des opportunités technologiques (par les activités de R&D et l'exploitation des résultats de recherche des autres) et simultanément apprendre sur les besoins des clients » (Teece, 2007, p. 1322). Cette activité repose sur deux mécanismes d'apprentissage, d'une part les capacités d'un individu à comprendre le signe perçu pour en saisir l'opportunité et d'autre part, le savoir antérieur de la firme et les processus de conversion des connaissances. Ce dernier point rejoint les travaux de Nonaka et Toyama (2007) et Nonaka et al. (2008) sur la *Knowledge-Based Firm* et l'extension du *Ba*. Diverses sources de connaissances sont accessibles dans l'environnement auxquelles la firme peut accéder pour créer une connexion et les acquérir, qu'elles soient explicites (brevets, publications scientifiques) ou tacites (collaborations etc.).

Puis, l'approche envisagée est une approche organisationnelle d'acquisition, d'analyse et de diffusion des connaissances, déployée par les managers et détachée d'une activité individuelle. Teece (2007) décrit la capacité dynamique *sensing* comme un « **processus organisationnel mis en place dans l'entreprise pour recueillir de nouvelles informations techniques, exploiter les développements scientifiques exogènes, surveiller les besoins des clients et l'activité des concurrents, et déterminer les opportunités de nouveaux produits** ».

et process. Les informations doivent être analysées puis distribuées aux personnes pour qui elles feront sens⁷ » (p. 1323).

L'approche *sensing* proposée par Teece (2007) apparaît comme un cadre intéressant pour étudier l'ensemble des mécanismes et processus instaurés par les managers pour surveiller leur environnement. L'observation empirique d'une capacité *sensing* est encore un terrain peu exploré (Pavlou et El Sawy, 2011 ; Ridder, 2011) que nous souhaitons explorer dans ces travaux. En mobilisant le cadre théorique des capacités dynamiques, nous définissons les capacités dynamiques *sensing* comme **l'ensemble des capacités intervenant sur les ressources et capacités organisationnelles liées aux activités de recherche et développement de la firme**. Ces capacités s'organisent selon trois catégories :

- les capacités d'acquisition de données sur les changements scientifiques et techniques de l'environnement, les dynamiques technologiques des concurrents et des clients, les cycles de maturité des technologies exploitées et les informations sur les technologies susceptibles d'être sources d'opportunités ou de menaces pour la survie de la firme (Japan Patent Office, 2000) ;
- les capacités de transformation de ces connaissances par un processus d'apprentissage et d'intégration au savoir de la firme. Ces capacités regroupent les modèles d'analyses des données précédemment collectées, leur interprétation par confrontation avec la base de connaissances de la firme et leur intégration (avec création de nouvelles connaissances) ;
- enfin, les capacités liées à la définition de la nouvelle stratégie à suivre ainsi que des *scenarii* d'évolution de l'environnement. La construction de l'orientation scientifique et technique de la firme passe par les capacités de prise de décision de la firme et d'exploitation pour construire les orientations sous forme de *scenarii*.

Enfin, Teece (2007) souligne que le cadre conceptuel habituellement exploité pour ces études, les Cinq Forces de Porter (1980) est inapproprié dans le cas des environnements dynamiques. Teece (2007) explique ainsi : « en raison de sa nature statique et du fait qu'il ignore plusieurs aspects de l'environnement concurrentiel y compris le rôle des complémentarités, la

⁷ Teece (2007) « *Organizational processes can be put in place inside the enterprise to garner new technical information, tap developments in exogenous science, monitor customer needs and competitor activity, and shape new products and processes opportunities. Information must be filtered, and must flow to those capable of making sense of it* ». (p. 1323).

dépendance de sentier et l'influence des institutions, son application dans le contexte pré décrit [...] peut limiter l'aptitude d'un entrepreneur et/ou d'une entreprise de correctement saisir les opportunités et menaces, évaluer les forces et faiblesses, et les trajectoires des technologies et marchés » (p. 1325).

Synthèse de la deuxième section

Dans cette deuxième section, nous avons introduit les travaux autour des capacités dynamiques. Nous avons rappelé dans un premier temps les deux angles habituellement distincts, l'approche évolutionniste qui lie les capacités dynamiques aux dynamiques de l'adaptation des routines organisationnelles, et l'approche entrepreneuriale portée par le courant de la RBV qui souligne le rôle des managers dans le processus d'évolution des ressources. Dans un second temps, nous avons discuté des origines diverses du concept (sont-elles issues de l'évolution des routines ou de l'intention managériale ?) en soulignant que leur assimilation aux pratiques managériales (Eisenhardt et Martin, 2000 ; Teece, 2007 ; Helfat et al., 2007) facilite l'opérationnalisation du concept.

Cependant, pour de nombreux auteurs, le manque d'intégration entre les deux approches constitue une faiblesse majeure et rend difficilement perceptible ce que sont réellement les capacités dynamiques, qui justifie le faible volume de travaux empiriques ayant exploré les capacités dynamiques. Les liens entre les processus d'apprentissage et les capacités dynamiques nous paraissent pertinents pour aborder le concept dans le cadre de notre objet d'étude, en particulier la combinaison des processus proposée par Zahra et George (2002). De plus, le cadre théorique sur les capacités dynamiques *sensing*, *seizing* et *transforming* proposé par Teece (2007) est intéressant pour aborder l'intelligence technologique comme une capacité dynamique car il rapproche des pratiques courantes d'observation de l'environnement de l'approche évolutionniste sur l'adaptation des routines organisationnelles.

Conclusion du chapitre

Dans ce chapitre nous avons introduit les cadres théoriques mobilisés dans le cadre de cette recherche pour comprendre les liens entre l'acquisition de connaissances scientifiques et techniques externes et la transformation des routines exploitant ces connaissances.

Le lien établi dans la définition que nous avons proposée entre les capacités dynamiques et l'apprentissage de la firme est important dans la compréhension du processus d'adaptation de la firme face aux changements de l'environnement. C'est également un point de convergence dans la littérature sur les capacités dynamiques, l'apprentissage étant considéré comme le processus favorisant la transition d'une capacité à l'autre, voire considéré comme une capacité à part entière (Teece, 2007 ; Helfat et al., 2007). En effet, il traduit la capacité d'une firme à développer des capacités dynamiques pour agir sur ses ressources et processus existants par la reconfiguration permanente grâce à l'apprentissage. Cet apprentissage passe successivement par des phases d'identification des dynamiques technologiques (connaissances actuelles disponibles dans l'environnement, connaissances nouvelles) et concurrentielles, d'analyse et de confrontation de celles-ci avec les connaissances qui existent en interne et d'intégration dans la base de connaissances. La finalité du déploiement est l'action sur les capacités organisationnelles liées aux activités routinières (prise de décision, production, etc.).

Dans le cadre de l'observation des firmes aux dynamiques de l'environnement, les récents apports théoriques proposés par Teece (2007, 2009) ouvrent des perspectives de recherche intéressantes pour analyser les aptitudes, procédés déployés par les firmes pour appréhender cet environnement. En particulier, l'approche d'intelligence technologique telle que nous allons l'introduire dans le chapitre deux nous paraît être un cas intéressant d'observation empirique d'une capacité dynamique *sensing* et répond à la limite posée par Teece au concept des Cinq Forces de Porter (1980). Elle s'inscrit également dans un processus d'apprentissage organisationnel puisqu'il s'agit pour la firme d'observer les dynamiques scientifiques et techniques de son secteur au travers de la production des connaissances (brevets, publications scientifiques notamment) et d'exploiter ces dernières pour innover.

Dans ce cadre, nous présentons dans le chapitre deux l'intelligence technologique comme une capacité dynamique *sensing* et notre proposition de cadre opérationnel afin de l'étudier.

Chapitre 2

**L'Intelligence Technologique, une capacité
dynamique pour appréhender
l'environnement scientifique et technique**

Introduction du chapitre

Pour rester compétitives dans leur environnement, les firmes ont besoin de comprendre les dynamiques et leviers d'opportunités et de menaces pour leur positionnement concurrentiel, afin de décider de nouvelles orientations à suivre. Dans le chapitre précédent, nous avons abordé les capacités dynamiques pour les décrire comme des processus par lesquels les firmes s'adaptent à ces changements, en transformant leurs ressources et capacités opérationnelles. Nous avons en particulier insisté sur la capacité dynamique *sensing*, décrite comme la capacité d'observation de l'environnement qui intègre les activités de recherche d'opportunités, d'apprentissage, de création de connaissances, et d'interprétation pour définir de nouveaux *scenarii*.

Dans le chapitre premier, nous avons montré que :

- la connaissance et la dynamique d'apprentissage organisationnel sont au cœur des processus de transformation des capacités opérationnelles et des routines ;
- dans la continuité du rapprochement entre les littératures évolutionnistes et managériales autour de l'apprentissage et des capacités dynamiques, nous entendons par capacités opérationnelles les ressources et routines opérantes telles que définies par Zollo et Winter (2002) ;
- la capacité opérationnelle de décision relève dans ces travaux des Politiques Produits qui, selon la définition du groupe Thales, s'apprécie comme la définition des axes scientifiques et technologiques stratégiques de recherche choisis pour la conception des futurs systèmes.

Nous avons également montré que l'approche, ou plutôt les approches théoriques des capacités dynamiques *sensing*, présentent des définitions qui n'ont fait l'objet que de peu d'observations empiriques (Ridder, 2011 ; Ambrosini et Bowman, 2009). Dans ce chapitre, nous proposons l'observation concrète d'une capacité dynamique au travers de l'intelligence technologique. Nous consacrons la première section à la discussion des pratiques managériales relevant de l'observation générale de l'environnement, l'intelligence économique puis la veille technologique. Nous introduisons ensuite l'approche de l'intelligence technologique telle qu'abordée dans les travaux de Coburn (1999) et Ashton et Klavans (1997) principalement.

Dans la deuxième section, nous définissons l'intelligence technologique d'après la grille proposée par Barreto (2010) pour justifier le choix d'intégrer l'intelligence technologique dans le champ des capacités dynamiques de la firme. Elle se comprend comme une capacité dynamique incrémentale participant aux capacités dynamiques *sensing* de la firme, pour agir et transformer les capacités opérationnelles de prise de décision sur les orientations scientifiques et techniques et les activités de Recherche et Développement (R&D). Nous détaillons ensuite le processus d'intelligence technologique et ses phases d'acquisition de connaissances, d'analyse et d'absorption.

1. Les « pratiques managériales » pour maîtriser l'environnement

Les firmes évoluent dans des environnements de plus en plus turbulents, et leurs managers doivent constamment évaluer les opportunités de développement et réduire les incertitudes susceptibles d'impacter leur stratégie. Depuis les travaux de Michaël Porter (1980) jusqu'aux approches récentes, les recherches ont été nombreuses pour aider les managers dans leur démarche de compréhension des changements de l'environnement, en particulier ceux liés aux dynamiques technologiques. En effet, pour réduire l'incertitude quant aux changements technologiques dans son environnement et maintenir un avantage concurrentiel sur son marché, la firme doit structurer et coordonner un ensemble de processus internes lui permettant de comprendre son environnement, de décider et d'innover. Les travaux pionniers d'Aguilar (1967) et d'Ansoff (1975) ont très tôt plaidé que, pour rester compétitives, les firmes ne devaient plus seulement mobiliser leurs ressources internes pour produire, mais également surveiller leur environnement. L'observation des pratiques de nombreuses firmes américaines par ces auteurs ont conduit à la mise en évidence d'une corrélation entre l'observation systématique des dynamiques de l'environnement et l'avantage concurrentiel que ces firmes en tiraient, notamment grâce à leur capacité à réagir plus vite que leurs concurrents face au changement et éviter l'échec (Henderson et Clark, 1990 ; Abernathy et Clark, 1985 ; Danneels, 2004).

L'importance croissante de l'observation de l'environnement sectoriel par les firmes a donné lieu à de nombreux travaux empiriques. Dans cette section, nous revenons sur trois de ces processus managériaux. Tout d'abord, l'intelligence économique est une approche globale de surveillance et d'influence par la firme de son environnement. Puis, la veille technologique

est décrite comme l'activité systématique de surveillance de l'environnement scientifique et technique. Enfin, nous abordons l'intelligence technologique, notre objet de recherche que nous définissons dans la deuxième section.

1.1. La veille : une approche globale d'observation de l'environnement

L'ensemble des activités de surveillance des dynamiques de l'environnement est généralement entendu en France sous le terme « veille ». Décrite comme une activité systématique, plus ou moins formalisée, la veille s'entend comme le processus de collecte d'informations donnant lieu à une synthèse de veille destinée à aider les décideurs. Cette dichotomie dans la perception de la veille/processus et de la veille/produit se nourrit d'une littérature riche tant dans le domaine de la stratégie (observation de la concurrence) que dans les pratiques observées dans les entreprises (information scientifique et technique en particulier) (Brouard, 2004).

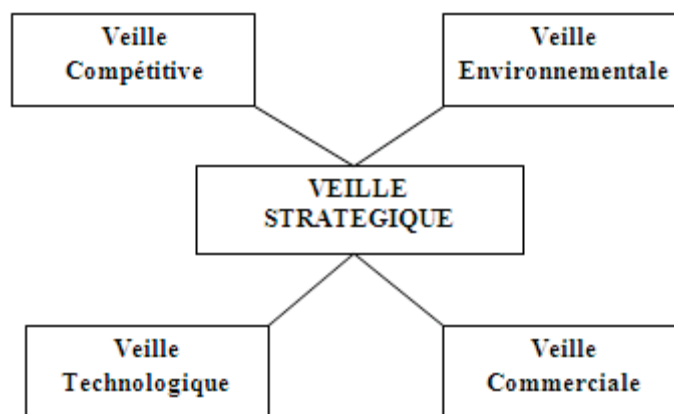
1.1.1. La veille, un processus informationnel orienté

Premièrement, la veille est un processus informationnel par lequel la firme prend connaissance des changements dans son environnement et évalue les impacts sur son positionnement stratégique en termes d'opportunités et de menaces. La veille est définie par Aguilar (1967) comme l'activité de recherche d'informations sur les événements survenant à l'extérieur de la firme susceptibles d'assister une Direction de l'entreprise dans l'orientation de son plan d'action « *information about events and relationships in a company's outside environment the knowledge of which assist top management in it's tasks of charting the company's future course of action* » (Aguilar, 1967, p. 1). C'est donc sous l'angle de la compréhension des dynamiques concurrentielles et l'orientation du management que la veille s'est développée. Pour décider et orienter la stratégie de l'entreprise, le décideur doit être en mesure d'identifier les changements de l'environnement et de réduire leurs impacts sur le positionnement concurrentiel de l'entreprise. Le décideur doit disposer de la bonne information, au bon moment pour prendre la bonne décision (Porter, 1985), ce qui amène les auteurs à s'interroger sur les liens existants entre la veille et la profitabilité, voire la survie de la firme (Cyert et March, 1963 ; Daft et al., 1983 ; West et Iansiti, 2003). Jakobiak (1998) introduit la veille comme un processus en s'appuyant sur le cycle du renseignement comme « l'observation et l'analyse de l'environnement, suivies de la diffusion bien ciblée des

informations sélectionnées et traitées, utiles à la prise de décision stratégique » (Jakobiak, 1998, p. 3).

Deuxièmement, la veille est un processus orienté. Nous allons ici distinguer deux orientations, la première relève de la nature des informations, la seconde du rôle du destinataire. Tout d'abord, une première orientation de la veille consiste à distinguer plusieurs types de veille selon la nature des informations récoltées, et le niveau d'interprétation dans l'entreprise. Ainsi, cinq types de veille sont distingués (Martinet et Ribault, 1989), comme représentés sur la Figure 10.

Figure 10 Typologie de la veille



Source : auteur, d'après Martinet et Ribault (1989).

La veille stratégique est définie comme « le processus par lequel un individu ou un groupe d'individus traque de façon volontariste et utilise des informations à caractère anticipatif concernant les changements susceptibles de se produire dans l'environnement extérieur dans le but de créer des opportunités d'affaires et de réduire les risques et l'incertitude en général » (Lesca et Blanco, 2002, p. 1). Son objet concerne l'orientation de la prise de décision et la stratégie de l'entreprise et doit se nourrir de l'interprétation et du croisement des informations recueillies par les procédés de veille compétitive, environnementale (législative, réglementaire, sociale), technologique (sciences et technologies) et commerciale (marchés, produits). L'analyse de l'environnement scientifique et technique étant l'objet de ces recherches, nous insistons sur ce point dans les paragraphes suivants.

La deuxième orientation de la veille stratégique est liée à sa destination finale. Kislin (2007) souligne le rôle éminent joué par le décideur dans le processus de veille en tant que pilote de cette activité. En effet, l'information n'est utile à la prise de décision stratégique que si elle fait sens pour le décideur au regard de sa perception de la stratégie déployée. À partir de là, et si l'on reprend la définition de la connaissance introduite dans le chapitre un, le processus de veille n'a pas pour finalité directe la création de connaissances, mais la diffusion d'informations. De plus, le processus de veille n'est réellement actif que si un besoin d'information défini par le décideur est existant. En l'absence d'un tel besoin, le procédé de veille reste passif et bien trop général pour orienter la stratégie de la firme. Dans ce processus, c'est le décideur qui formule le besoin d'information et évalue la pertinence des informations reçues.

1.1.2. La veille technologique

En France, l'une des veilles les plus anciennement abordées dans la littérature est la veille technologique, identifiée dans la littérature anglo-saxonne sous les appellations *technology monitoring*, *technology scanning*, *technology foresight* (Ashton et Klavans, 1997 ; Norling et al., 2000 ; Porter et Cunningham, 2004 ; Lichtenthaler, 2004). Cette approche a eu une influence importante sur les systèmes de surveillance de l'environnement mis en place par les firmes françaises dans les années 1980 et fait l'objet de nombreux travaux (Lesca, 1994 ; Jakobiak, 1998, 2006). Jakobiak (1992) définit la veille technologique comme « l'observation et l'analyse de l'environnement scientifique, technique et technologique et des impacts économiques présents et futurs pour en déduire les menaces et opportunités de développement » (p. 60). À cette approche processus, Samier et Sandoval (1999) opposent une approche plus liée aux techniques et outils et orientent la veille technologique non pas vers la prise de décision stratégique mais vers une utilisation plus opérationnelle des informations pour développer de nouveaux produits et innover.

La première destination de la veille technologique est l'orientation et la validation des axes scientifiques et technologiques retenus par la firme. Les informations collectées dans le cadre de la veille technologique revêtent plusieurs intérêts opérationnels pour les activités de recherche et développement de la firme :

- comprendre les cycles des technologies et le niveau de maturité de celles-ci pour identifier les signes de rupture et positionner la firme (le stade d'avancement technologique de la firme) ;

- identifier le positionnement technologique des concurrents, clients et fournisseurs ;
- cartographier les acteurs autour d'une technologie pour déceler de potentiels partenaires ou nouveaux rivaux, ou des opportunités d'acquisition de compléments technologiques utiles pour le déploiement d'une nouvelle orientation produit (rachat de firme ou de portefeuilles d'activités ou brevets).

La deuxième destination des pratiques de veille technologique est l'innovation. En effet, l'innovation par la simple exploitation des activités de recherche et développement n'est plus suffisante pour assurer la compétitivité de la firme (Caron-Fasan, 2008). La veille technologique est, avec la veille commerciale, un des piliers majeurs de la veille stratégique. En effet, alors que la veille commerciale détecte les opportunités de marché ou les tendances de développements de produits par les concurrents ou les besoins émergents de clients, la veille technologique intervient pour évaluer les moyens scientifiques et technologiques nécessaires pour répondre à ces opportunités et besoins, résoudre les problèmes (Jaworski et Kohli, 1996). La veille technologique, par un apport d'informations externes sur les stratégies technologiques des clients et concurrents, contribue à évaluer la finalité des innovations développées en interne et estimer leur potentielle réussite sur le marché.

Dou (2014) revient sur deux décennies de recherche sur la veille technologique en soulignant l'écart entre les recherches françaises, encore très orientées outils et processus pour passer de l'information à la décision, et les recherches anglo-saxonnes centrées autour du savoir pour l'action (Argyris, 1995). Ainsi, le meilleur des systèmes de veille technologique n'aura de sens que si les informations captées sont absorbées par la firme au niveau individuel, transformées en connaissances organisationnelles qui soutiendront sa capacité à décider et à mettre en œuvre les réponses rapides aux changements perçus. C'est à ce niveau que nous portons la différence entre la veille technologique et l'intelligence technologique, en portant l'accent sur la création de connaissances utiles à l'innovation, là où encore peu de travaux sur la veille technologique considèrent ce rôle et privilégient l'aspect décisionnel du processus.

Dans les pratiques managériales, l'intelligence économique s'est imposée dans les années 2000 comme une nouvelle vision conceptuelle de la gestion des connaissances. Dans cette dynamique, la veille est une dimension importante que viennent compléter deux activités, la sécurité économique et l'influence. Les pratiques du cycle de l'intelligence économique ont été soutenues en France par les politiques publiques en faveur de l'information scientifique et

technique⁸ issues des pratiques de veille. L'enjeu des entreprises a alors été de s'approprier les méthodes et les outils de *scanning* développés par les praticiens américains notamment pour collecter des données, sur le modèle des travaux d'Aguilar (1967), ou l'identification de signaux faibles (Ansoff, 1975) et à l'émergence du concept de veille (Lesca, 2004). Mais la portée de l'intelligence économique va au-delà de la gestion des connaissances dans la firme et entend replacer cette dernière comme un acteur majeur des dynamiques de son environnement.

1.2. L'intelligence économique, surveiller et maîtriser l'environnement de la firme

1.2.1. L'approche française de la *Competitive Intelligence*

Définir l'intelligence économique relève actuellement encore du défi, tant les pratiques divergent dans les grands groupes, PME et dans les organismes publics. Si le concept est un objet de mode largement plébiscité par les managers, le monde académique peine à parvenir à un consensus conceptuel et sémantique, créant ainsi «une notion floue aux contours incertains» (Moinet, 2010). En France, l'intelligence économique a émergé suite aux travaux du Commissariat Général au Plan (1994) «*Intelligence Économique et stratégie des entreprises*». La littérature abondante et les travaux universitaires qui suivent ce rapport, s'ils peinent à trouver une définition consensuelle (Marcon, 2014), s'appuient sur la définition de l'intelligence économique de ce rapport, entendue comme «l'ensemble des actions coordonnées de recherche, de traitement, de distribution et de protection de l'information utile aux acteurs économiques obtenue légalement» (Martre, 1994, p. 161).

L'intelligence économique s'articule autour de trois volets. Premièrement, l'intelligence économique peut être entendue comme une activité de collecte d'informations, réalisée collectivement dans l'objectif d'appréhender une situation, légalement à partir de sources ouvertes, au service d'un acteur qu'il soit public ou privé. Mais l'intelligence économique y est aussi présentée sous son volet défensif, le rapport insistant sur la nécessité de protéger et de contrer toute atteinte aux intérêts de l'entreprise (protection des informations et des secrets commerciaux, industriels, etc.) ainsi que de se prémunir de tous changements dans l'environnement susceptibles d'impacter l'activité de l'entreprise (par des actions de sensibilisation des salariés à la veille par exemple). Enfin, l'influence est le dernier volet qui regroupe l'ensemble des activités visant la sauvegarde et la défense des intérêts économiques

⁸ L'État français s'est doté dans les années 1970 d'un ensemble d'instituts d'information scientifique et technique, dont les ARIST (Agence Régionale pour l'Information Scientifique et Technique) et le Bureau National de l'Information Scientifique et Technique (BNIST).

et porte sur des dimensions plus offensives, proactives et internationales. Bien que reconnue comme la pierre angulaire de l'approche française de l'intelligence économique, la définition proposée dans ce rapport reste connotée « renseignement », dans la mesure où l'intelligence est ici entendue comme une traduction française de la *competitive intelligence* anglo-saxonne (Harbulot, 1992 ; Martinet et Marti, 1995 ; Marcon et Moinet, 2006). Le rapprochement entre l'intelligence économique et le renseignement est un des freins majeurs au déploiement des approches de l'intelligence économique dans les entreprises françaises, y compris dans la recherche académique où l'intelligence économique a été rapprochée des concepts de sécurité et défense des intérêts et du patrimoine économique (Harbulot, 1992, 2012 ; Marcon, 2014).

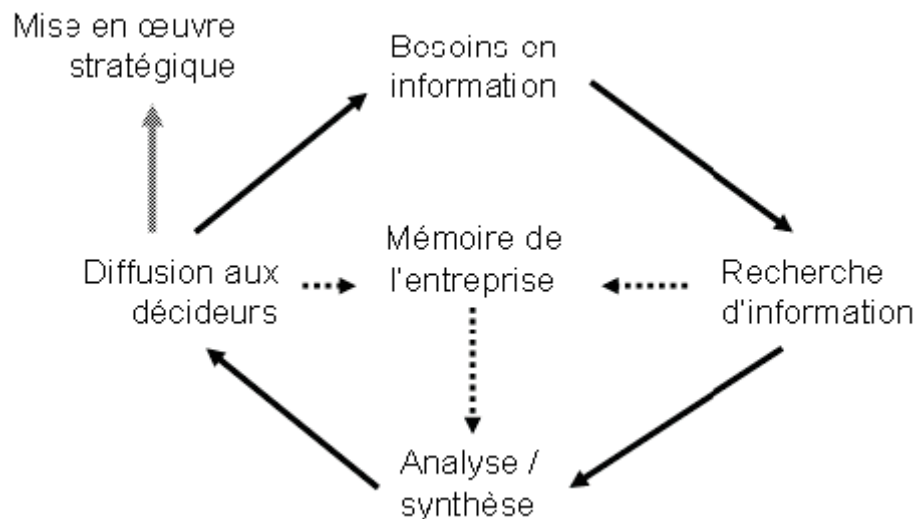
En revanche, dans la définition de la *competitive intelligence* anglo-saxonne telle qu'introduite par les travaux de Simon (1960), la définition de l'intelligence n'est pas une approche militaire du renseignement mais renvoie à l'ensemble du processus de décision. Wilensky (1967) décrit alors l'intelligence comme la phase préliminaire d'analyse de l'environnement pour en explorer les différents aspects et permettre à un acteur de se positionner (prise de décision). Par la suite, Kahaner (1997) a défini l'intelligence comme de l'information qui a été filtrée, distillée et analysée. L'intelligence économique est ici rapprochée du management de l'information qui constitue la matière première dont les managers ont besoin pour prendre des décisions (en d'autres termes, l'intelligence est la connaissance produite à partir de l'information captée, parce qu'elle fait sens pour le manager). L'intelligence est alors la capacité d'un acteur à tirer un sens de l'analyse des données de son environnement, l'information n'étant qu'un élément constituant la connaissance, directrice de la prise de décision (Drucker, 1998). Les firmes qui construisent cette capacité disposent alors d'un avantage concurrentiel important grâce auquel elles réagissent plus rapidement et s'adaptent aux changements de l'environnement.

L'application du concept en France par les entreprises et collectivités s'est heurtée à de nombreuses réticences, concernant sa proximité avec la notion de renseignement telle que nous venons de l'évoquer, mais aussi concernant la diversité des pratiques existantes en entreprise (Moinet, 2010). En effet, les pratiques de l'entreprise relèvent de la surveillance de l'environnement sous forme de veille, d'observation passive et de collecte d'Informations Scientifiques et Techniques (IST)⁹, développées au début au sein d'entreprises dont les

⁹ Les problématiques autour de la gestion de l'Information Scientifique et Technique ont émergé en France dans les années 1980 pour comprendre l'émergence et les mutations technologiques qui parcouraient l'industrie française. À la même période, l'approche américaine portée par les travaux de Porter (1980, 1985) orientait la surveillance de l'environnement vers l'observation des concurrents (veille concurrentielle), les pratiques de veille technologique étant répandues depuis les années 1950. Cette diversité explique l'arrivée plus tardive de l'intelligence économique en France.

activités concernaient la souveraineté de l'État (transport, énergie, armement, etc.). Elles se sont appuyées sur les méthodes issues du monde du renseignement militaire, dont le cycle de l'information, repris et développé pour créer le cycle de l'intelligence économique présenté en Figure 11.

Figure 11 Le cycle de l'intelligence économique



Source : Marcon (2009).

1.2.2. L'intelligence économique pour l'aide à la décision

L'approche organisationnelle de la définition de l'intelligence économique renvoie au concept tel qu'il a été développé par les praticiens des sciences de l'information et de la communication, comme la capacité d'analyser et de solutionner des problèmes complexes pour en extraire de nouveaux schémas, problèmes à résoudre (Achard et Bernat, 1998). Ainsi, pour Rouach et Santi (2001), l'intelligence économique renvoie « à la collecte, l'analyse, le stockage et la diffusion de l'information à tous les niveaux de la firme afin de permettre l'appréhension du futur et de protéger la firme contre les menaces actuelles. C'est une activité légale et éthique, qui implique un transfert de connaissances de l'environnement vers la firme dans le cadre de règles établies » (p. 553). Cette définition est intéressante à plus d'un niveau puisqu'elle introduit l'intelligence économique :

- **comme un processus informationnel global dans la firme**, au sens où toutes les fonctions structurelles et opérationnelles sont considérées. Jean-Louis Levet (2001) définit ainsi l'intelligence économique comme « la capacité à comprendre

notre environnement et à anticiper le changement. Pour cela, elle se fonde sur la maîtrise de l'information et la production de connaissances nouvelles » (p. 7). L'implication des différents échelons hiérarchiques dans le processus favorise l'identification des problématiques transverses de la firme et l'émergence de besoins (Levet, 2008). À ce niveau, l'intelligence économique permet la création au sein de la firme d'un environnement informationnel au sein duquel les connaissances internes et externes sont intégrées, confrontées pour extraire de nouvelles connaissances utiles à la prise de décision stratégique (Oubrich, 2007 ; Slama, 2012) ;

- **comme un processus de transfert d'informations.** La firme acquiert des informations de son environnement utiles à la prise de décision stratégique, en vue de s'adapter aux changements. Mais elle veille aussi en retour à contrôler l'information qu'elle diffuse dans l'environnement pour limiter les risques. Hauser (2005) dresse une typologie des risques auxquels l'entreprise peut être soumise : les risques « naturels » indépendants de l'activité de la firme (les catastrophes naturelles en sont un exemple), les risques « opérationnels » corrélés à l'activité, et plus particulièrement aux comportements des acteurs économiques et sociaux présents dans l'environnement de la firme et enfin les risques « personnels » liés à la prise de décision des managers (Besson et Possin, 2006) ;
- **l'appréhension du futur donne à l'intelligence économique une dimension prospective,** le processus de collecte et d'analyse des informations sur les mouvements de l'environnement servant de base à l'élaboration de *scenarii* fondateurs des stratégies de l'entreprise. L'anticipation du changement par l'acquisition d'informations (Levet, 2001) permet à la firme de lever les incertitudes sur les stratégies à adopter, et de se positionner favorablement face aux attentes du marché.

Toutes ces définitions amènent à considérer l'intelligence économique comme un processus global de la firme pour comprendre son environnement dans toutes ses composantes (financières, technologiques, sociales, juridiques, etc.) et positionner la stratégie de la firme au regard de son environnement. Cependant, la diversité des outils et modèles utilisés en intelligence économique pour appréhender l'environnement amène à supposer que les différentes composantes de ce dernier requièrent une approche et des outils spécifiques.

Nous avons dans cette sous-section décrit l'intelligence économique comme un processus organisationnel d'appréhension de l'environnement de l'entreprise au sens le plus large. Par ce biais, la firme génère de nouvelles connaissances sur les dynamiques de son environnement pour en saisir les opportunités et détecter les menaces susceptibles d'impacter sa stratégie. Nous postulons que l'intelligence économique, dans la définition anglo-saxonne de *competitive intelligence* regroupe toutes les dimensions de l'environnement (commerciale, juridique, technologique etc.) de la firme.

Dans notre objet d'étude, nous nous intéressons à la compréhension des dynamiques scientifiques et technologiques de l'environnement et à l'exploitation des connaissances externes. Cette dimension s'inscrit dans le premier volet de l'intelligence économique, la veille, ce qui nous a conduits à examiner les travaux relatifs à cette pratique pour discuter de l'état des réflexions et de l'existence de liens avec le management des connaissances dans la firme. Mais elle s'inscrit également dans le concept plus large d'intelligence économique qui participe activement à la gestion des connaissances dans la firme. Pour les firmes de haute technologie, la capacité de R&D et de maîtrise de l'environnement scientifique et technologique tient une place importante pour la compétitivité ce qui nous amène à étudier plus spécifiquement les processus liés au management des connaissances scientifiques et techniques.

Ainsi que nous l'avons souligné dans le chapitre un, l'apprentissage intentionnel est une dynamique encore peu étudiée dans la perspective de création de connaissances dans la firme. L'enjeu de ce travail de thèse est d'interroger les pratiques de veille et d'intelligence économique précédemment introduites sous l'angle de l'apprentissage intentionnel en proposant une nouvelle approche, celle de l'intelligence technologique.

Synthèse de la première section

Cette première section introduit les procédés managériaux déployés par les firmes pour identifier les changements dans l'environnement susceptibles d'impacter leur activité et ainsi mieux orienter les décideurs. Nous avons en particulier insisté sur deux d'entre eux, l'intelligence économique et la veille technologique, récurrents dans les pratiques managériales. Le concept d'intelligence économique a été développé en France à l'appui des pratiques d'observation de l'environnement constatées dans les entreprises, pour élargir la pratique et intégrer, en sus de l'observation, l'action sur l'environnement par les pratiques d'influence et de sécurité. Dans le cadre organisationnel, l'intelligence économique s'entend comme une pratique managériale stratégique (niveau Direction Générale) dans lequel le processus de veille informationnel occupe une place déterminante.

La veille stratégique est un ensemble de procédés constituant le premier pilier de l'intelligence économique et se décline en veilles spécifiques, dont la veille technologique, œuvrant à la compréhension de l'environnement scientifique et technique. Elle s'est particulièrement développée dans les firmes des secteurs de haute technologie, où la maîtrise de l'environnement scientifique et technique influait sur la pérennité de la firme dans son marché. Dans les pratiques des firmes, elle apparaît comme un processus automatisé de collecte et de circulation d'informations scientifiques et techniques. Face à l'évolution vers un management des organisations par la connaissance, le processus de veille doit aussi évoluer et développer davantage ses procédés d'analyse afin d'extraire de nouvelles connaissances utiles à la firme.

C'est ici l'idée des travaux récents autour de l'intelligence technologique. L'intelligence technologique porte l'accent sur les procédés d'analyse par lesquels la firme acquiert la connaissance scientifique et technique externe pour construire de nouvelles connaissances utiles à ses activités. Depuis les années 2000, de nombreux travaux théoriques et empiriques ont émergé pour comprendre les évolutions des pratiques managériales de veille technologique vers l'intelligence technologique.

2. L'intelligence technologique, une capacité dynamique pour comprendre et exploiter l'environnement scientifique et technique

Dans le premier chapitre, nous avons introduit le cadre théorique de la capacité dynamique *sensing* (Teece, 2007) définie comme l'aptitude déployée par les managers de la firme pour comprendre l'environnement, sous tous ses aspects technologiques, concurrentiels, commerciaux, scientifiques, financiers ou encore institutionnels. Dans ce cadre, la firme doit alors développer des aptitudes à appréhender ces changements et explorer les connaissances produites dans l'environnement. Le cadre conceptuel des capacités dynamiques introduit dans le chapitre précédent nous offre une description théorique très confuse et éclectique dans la mesure où l'identification des processus ou routines assimilés à des capacités dynamiques divergent selon les firmes : capacité d'absorption de connaissances, innovation, processus managériaux (Eisenhardt et Martin, 2000 ; Zahra et Georges, 2002). Nous avons défini dans le chapitre un les capacités dynamiques comme des processus qui participent de la transformation des capacités opérationnelles. Par leur aptitude à appréhender les changements de l'environnement et à agir sur les capacités opérationnelles, ces processus contribuent à l'apprentissage organisationnel, donc à l'articulation et la codification des connaissances.

Dans cette section, présentons dans un premier temps la littérature sur l'intelligence technologique avant d'appliquer dans un second temps le cadre théorique de la capacité dynamique *sensing* pour proposer d'étudier l'intelligence technologique comme l'une de ces capacités.

2.1. L'intelligence technologique, un processus de management des connaissances scientifiques et techniques

2.1.1. De l'observation des changements scientifiques et techniques

Une autre approche de l'observation de l'environnement s'attache plus particulièrement à la gestion des dynamiques scientifiques et technologiques et à l'évaluation de l'impact de ces changements sur la stratégie de la firme. À partir des travaux d'Aguilar (1967), de nombreux chercheurs se sont intéressés au lien entre la surveillance de l'environnement et la performance en recherche et développement de la firme. Ainsi, Ashton et Klavans (1997) dressent une synthèse des approches précédentes et distinguent que, si l'observation générale

(*business intelligence*) est nécessaire pour permettre aux firmes de faire face aux changements de l'environnement, ils soulignent que de tels changements ont des impacts différents selon leur nature. Ils isolent en particulier les changements liés aux évolutions technologiques comme source de perturbations majeures pour les firmes et surtout les firmes des secteurs de haute technologie pour trois raisons. Premièrement, la complexification des produits est telle qu'une firme ne peut aujourd'hui détenir l'ensemble des connaissances nécessaires à la réalisation du système. Ce constat rejoint nombre des situations sectorielles décrites par les évolutionnistes, notamment sur la complexification de la base de connaissances scientifique et technique des firmes (Granstrand et Sjölander, 1990 ; Granstrand, 1998). Deuxièmement, les surprises technologiques et innovations radicales émanent de plus en plus de l'environnement externe des acteurs traditionnels du secteur voire hors secteur et peuvent déstabiliser la position d'une firme rapidement. Or, la technologie est un déterminant majeur de l'avantage concurrentiel sur de tels secteurs. Troisièmement, pour que la firme profite des opportunités identifiées, le procédé d'analyse de l'environnement doit dépasser la collecte et la diffusion d'informations, en particulier lorsque les firmes sont confrontées à un environnement changeant brutalement et à des prises de décision rapides.

Aussi, Ashton et Klavans (1997) définissent la *Competitive Technical Intelligence* (CTI) comme « un type particulier de renseignement sur la concurrence et le marché, dirigé sur la technologie (et les sciences sous-jacentes), partie prenante du marché » (p. 11). La portée du concept s'étend alors à l'ensemble de l'environnement scientifique et technologique de la firme. D'après cette définition, l'intelligence technologique est une vision, une cartographie de l'environnement prise à un instant défini et peut donc être entendue comme un produit informationnel de la firme destiné aux équipes dirigeantes pour orienter les décisions concernant les activités scientifiques et techniques. Ces auteurs distinguent alors plusieurs fonctions principales à l'intelligence technologique, celles relevant de la stratégie de la firme comme l'orientation de la stratégie technologique de la firme ou l'acquisition de technologies (par le biais d'acquisition de portefeuilles de brevets, de coopération voire d'opérations de fusions-acquisitions) et celles relevant de l'intégration des technologies. Ces dernières fonctions concernent la transformation des actifs technologiques de la société comme son portefeuille technologique, ses partenaires et filiales technologiques (l'observation des orientations technologiques des concurrents indique à la firme si son portefeuille actuel d'actifs est pertinent pour exploiter de nouvelles opportunités) et ses choix de production (en particulier, sa stratégie d'externalisation).

Une deuxième approche plus orientée processus a été initiée par les travaux de Coburn (1999) qui définit l'intelligence technologique comme le processus analytique par lequel l'information dispersée concernant la concurrence se transforme en connaissance technologique stratégique sur les positions, efforts et tendances technologiques des concurrents. Cette approche très managériale de l'intelligence technologique propose de concentrer les efforts de collecte d'informations sur l'observation de la stratégie technologique des concurrents et le management de la base de connaissances et compétences scientifiques et techniques de la firme. Par le terme processus, Coburn (1999) suppose ici la construction par la firme de dispositifs d'analyse des informations collectées et de création de connaissances sur la concurrence. Cette action de création de connaissances renvoie à l'idée que le processus implique les savoirs antérieurs de la firme pour analyser les informations et donc les individus détenant ce savoir. Cependant, la perception des dynamiques technologiques de l'environnement est ici limitée à l'exploitation des technologies par la concurrence ce qui apparaît comme une limite majeure pour l'observation des environnements dynamiques, où les changements technologiques surviennent par les innovations de rupture d'acteurs ou de technologies hors marché.

Cette différence dans les approches est relative à la définition entendue par les auteurs du terme « intelligence ». En effet, l'intelligence est à nouveau ici assimilée à la notion de renseignement rencontrée précédemment lorsque nous avons introduit l'intelligence économique et la veille technologique. Ainsi que le soulignent Ashton et Klavans (1997), l'intelligence technologique est à l'origine une activité militaire d'observation des pratiques des nations étrangères développées principalement pendant les périodes de conflit. De fait, l'intelligence est donc le renseignement produit à la suite de ces observations qui sert de guide à la prise de décision stratégique. *A contrario*, l'approche de Coburn renvoie à une définition de l'intelligence plus proche du terme de connaissance et des travaux de Dedijer et Svensson (Dedijer et Svensson, 1994) qui entendent l'intelligence comme la faculté d'interception et d'interprétation des signes provenant de l'environnement pour construire de nouveaux savoirs et répondre à ces *stimuli*.

En s'appuyant sur ces travaux, les travaux empiriques se sont par la suite intéressés à la détection d'opportunités technologiques dans l'environnement (Moed et al. 2005 ; Porter et Newman, 2011) pour favoriser l'innovation ouverte (Chesbrough, 2006). Ainsi, l'intelligence technologique a été exploitée à des fins diverses, telles que la prospective technologique au niveau national illustrée par les travaux de Porter (Porter et Cunningham, 2004).

2.1.2. Le déploiement de l'intelligence technologique : procédés

Le *scouting* technologique et l'acquisition de connaissances

Le *scouting* technologique est l'une des approches qui repose sur la mobilisation de sources humaines pour extraire des connaissances scientifiques et techniques. Cette approche requiert l'identification et la construction d'un réseau d'experts interne à la firme, chargé d'observer activement l'environnement afin de collecter les informations scientifiques et technologiques (Rohrbeck, 2010 ; Birkinshaw et Monteiro, 2007). Cette pratique est courante dans les entreprises multinationales et permet de capter des connaissances « locales » à forte valeur ajoutée sur les tendances technologiques et les usages locaux qu'en font les acteurs (concurrents ou extérieurs). Le *scouting* technologique s'apprécie de deux manières :

- l'entreprise construit un réseau d'employés « scouts » répartis dans l'ensemble de ses filiales et sites, chargés d'observer les dynamiques locales (échelon régional, national) ;
- l'entreprise opte, en complément, pour un réseau externe construit au travers de collaborations avec des partenaires locaux (institutions, firmes, universités), qui observent pour elle l'évolution des technologies ou marchés sur lesquels ils sont positionnés et échangent leurs connaissances captées.

Le *scouting* technologique présente de nombreux avantages dans la démarche d'innovation de la firme. Premièrement, la firme est en capacité de capter des connaissances rapidement qui lui permettent d'évaluer l'état d'un marché ou d'une technologie en temps réel. En effet, la dispersion géographique du réseau, bien que relative à la taille de l'entreprise et de son réseau d'implantation, permet aux dirigeants de décider plus rapidement et avec une connaissance plus précise. Deuxièmement, l'appui sur un réseau local et humain permet au dirigeant de disposer d'une synthèse de connaissances déjà évaluées par l'œil du scout au regard de la stratégie de la firme. Le scout choisi est souvent un expert du domaine capable d'évaluer rapidement la pertinence de l'information et de la traiter. La perception et les connaissances reçues peuvent faire émerger l'innovation hors des frontières de la firme et hors des sentiers technologiques jusque-là suivis.

Cependant, de nombreux biais sont à envisager dans le cadre du dispositif de *scouting*. Tout d'abord, la dispersion géographique du réseau implique un effort de coordination important afin de maintenir les scouts éveillés, de gérer les échanges et les flux de connaissances. Mal coordonné, le réseau risque de péricliter et de desservir les processus d'innovation de la firme.

Ensuite, la connaissance remontée par ces réseaux repose sur une interprétation humaine, celle du scout, et un jugement de sa pertinence pour la décision. Le biais introduit ici est celui des limites des connaissances personnelles des scouts impliqués dans le réseau qui procèdent à une sélection des connaissances jugées pertinentes. Enfin, pour que le dispositif de *scouting* technologique soit effectif et contribue à l'innovation, Rohrbeck (2010) pointe au travers de l'exemple de Deutsch Telekom l'importance de l'agilité des cadres de la firme. S'ils peuvent être un atout majeur au service de l'innovation et de la compétitivité de la firme, les processus tels que le *scouting* doivent trouver leur place dans l'engrenage des autres processus de la firme. Le risque de paralysie survient si la firme, trop ancrée dans des processus lourds, complexes, et anciens, ne parvient pas à s'adapter rapidement.

L'exploitation de données structurées

Une autre approche de la littérature s'intéresse à la quantification de la connaissance scientifique et technique présente dans l'environnement. Moed et al. (2005) font un état de l'art des indicateurs scientifiques et techniques développés par les évolutionnistes pour analyser les dynamiques scientifiques et techniques sectorielles et nationales.

Au travers de l'exploitation statistique et bibliométrique des données contenues dans les documents de brevets et les publications scientifiques, les firmes développent leur compréhension des dynamiques scientifiques et techniques du secteur. Par la cartographie des forces en présence (firmes, laboratoires de recherche, institutions), par l'analyse des portefeuilles de technologie des acteurs ainsi que leurs collaborations, les managers positionnent leur activité et évaluent la pertinence des choix techniques retenus, les orientations commerciales ainsi que leur stratégie de production (production en interne, sous-traitance ou collaborations).

La mobilisation des méthodes bibliométriques dans le cadre de l'observation de l'environnement scientifique et technique d'une firme, et plus largement des dynamiques liées aux technologies a fait l'objet de quelques démonstrations et travaux empiriques (Debackere et al., 1999 ; Trippe, 2003). Cependant, les études relevant de la définition de méthodes d'analyse statistiques de brevets ou publications scientifiques restent peu nombreuses, concernent principalement les brevets (Pavitt, 1985 ; Griliches, 1990 ; Archibugi, 1992 ; Schmoch, 1999). Dans leur grande majorité, les études empiriques portent sur le traitement statistique à l'aide d'un ou plusieurs indicateurs, dont les citations qui couvrent un champ d'études très large (Vinkler, 1998 ; Van Raan et Van Leeuwen, 2002 ; Moed et al., 2005 ;

Prime et al., 2002 ; Hall et al., 2005 ; Jaffe et Trajtenberg, 2005) ou les classifications des brevets (Patel et Pavitt, 1991 ; Narin et Olivastro, 1992 ; Andersen, 2001 ; Hinze et Schmoch, 2005).

2.2. Application des critères d'analyse des capacités dynamiques proposés par Barreto (2010)

Rappelons que la capacité *sensing* regroupe l'ensemble des activités qui permettent à la firme de comprendre les changements structuraux de son secteur, d'identifier les besoins de ses clients et les dynamiques technologiques sources de menaces et d'opportunités. Teece (2007) identifie quatre activités en particulier :

- les activités internes de R&D et de sélection des nouvelles technologies ;
- les activités d'exploitation des innovations des fournisseurs et partenaires ;
- les activités exogènes d'exploration des développements scientifiques et technologiques ;
- enfin, les activités d'identification des segments de marché et d'analyse du comportement des clients (besoins, innovations).

Si la littérature abonde de définitions conceptuelles des capacités dynamiques, nous avons en revanche souligné le faible volume de travaux relevant de l'observation opérationnelle de capacités dynamiques qui permettrait d'identifier des critères pour les distinguer des capacités opérationnelles. Pour comprendre le champ théorique des capacités dynamiques, Barreto (2010) propose d'étudier la littérature au regard de cinq critères : la nature des capacités dynamiques, leur rôle, leur position dans la firme, leurs mécanismes de développement et enfin leurs finalités. Ces critères ont été établis d'après les principaux éléments différenciant les capacités dynamiques des autres capacités opérationnelles, ressources de la firme à l'issue d'un important travail bibliographique sur la littérature et ils constituent en cela une grille intéressante pour étudier l'intelligence technologique.

2.2.1. La nature de l'intelligence technologique

Dans les secteurs de haute technologie pour lesquels la part d'investissement en recherche et développement (R&D) et recherche et technologie (R&T) est importante, l'observation

systematique des dynamiques de l'environnement scientifique et technique est déterminante. L'orientation de la stratégie d'innovation et de recherche de la firme doit s'appuyer sur une connaissance précise des disponibilités technologiques de l'environnement, des menaces et opportunités qu'elles représentent et des stratégies adoptées par les concurrents pour y faire face. D'importants travaux théoriques et empiriques ont été menés pour comprendre les différents processus et usages d'observation d'un environnement scientifique et technologique. Ainsi, les approches d'Ashton et Klavans (1997) et Coburn (1999) introduites dans la section précédente amorcent une première idée centrale dans les travaux de cette thèse, l'idée selon laquelle l'intelligence technologique est un levier d'appréhension des dynamiques scientifiques et technologiques de l'environnement pour la firme. Mais, dans le même temps, la définition proposée apparaît restrictive puisque, si Coburn (1999) ouvre la voie vers un processus informationnel, ce dernier s'inscrit comme un processus distinct du processus d'apprentissage organisationnel et doit donc évoluer périodiquement (Coburn, 1999, p. 135). Nous nous appuyons sur cette dernière dimension pour caractériser la nature de l'intelligence technologique comme un processus de création de connaissances cumulatif reposant sur les savoirs antérieurs de la firme. L'observation des pratiques d'intelligence technologique par les firmes amène Lichtenthaler (2012) à faire un premier rapprochement entre l'intelligence technologique et la littérature sur les capacités dynamiques. Ces travaux mettent en évidence la pratique d'intelligence technologique comme une activité d'apprentissage de la firme et insistent sur l'aspect intentionnel de celle-ci (Lichtenthaler, 2012). Cette dernière discussion constitue les fondations du rôle de l'intelligence technologique tel que nous allons à présent le définir.

À la lecture de ces auteurs, **nous définissons l'intelligence technologique comme un processus d'apprentissage intentionnel mis en place par la firme pour appréhender les dynamiques scientifiques et technologiques de son environnement, identifier les menaces et opportunités qu'elles représentent au regard de sa position concurrentielle actuelle, et agir sur sa capacité de décision des orientations scientifiques et technologiques stratégiques futures et sur sa capacité d'innovation.** Cette définition s'inscrit dans l'approche de Coburn (1999) qui fait le lien entre le déploiement de l'intelligence technologique et la dynamique des connaissances.

2.2.2. Le rôle de l'intelligence technologique

Comprendre ces changements, identifier les menaces et opportunités nouvelles du secteur et adapter la stratégie de la firme pour survivre sont des challenges majeurs pour les firmes évoluant dans des environnements très dynamiques (Levinthal, 1992). En particulier, les changements liés aux évolutions technologiques imposent aux firmes une réaction rapide et l'aptitude à gérer de nombreuses situations de changement technologique (Ashton et Klavans, 1997 ; Thomke et Kuemmerle, 2000 ; Daim et Kocaoglu, 2008 ; Phaal et al., 2006). La capacité d'une firme à capitaliser sur ces changements pour adapter sa stratégie et à introduire de nouveaux produits en premier sur le marché lui confère un statut de pionnier technologique, mais à la condition que ces produits soient reçus positivement par le marché. Ainsi, l'application des trois capacités (*sensing, seizing et transforming*) introduites par Teece (2007) doit permettre à la firme d'anticiper les changements, de tirer des enseignements des connaissances sur ces changements pour orienter sa stratégie, adapter ses ressources et capacités et développer sa capacité d'innovation.

Dans le cadre de l'analyse de secteur dont le régime technologique est basé sur la science (comme l'électronique) ou les régimes technologiques complexes (comme l'aéronautique) (Marsili, 2002), la technologie et la R&D occupent une part importante des déterminants de l'innovation et de l'avantage concurrentiel des firmes. Dans ces régimes, l'expérimentation (*learning by doing*), la firme s'appuie sur ses acquis, son expérience du marché, des technologies et des attentes des clients pour développer de nouvelles idées. Dans des secteurs comme l'aéronautique, où la durée des programmes impose des investissements en recherche et développement coûteux et lourds (long terme), l'innovation incrémentale est souvent privilégiée car elle permet la ré-exploitation de ressources déjà acquises. Cependant, avec l'accélération des rythmes d'innovation technologique dans l'électronique et l'accroissement du nombre de fonctions développées, une firme ne peut explorer toutes les solutions et pistes, en raison de l'investissement financier et humain nécessaire.

Le rôle de l'intelligence technologique est de transformer de façon incrémentale les capacités opérationnelles de décision et d'innovation mobilisant des connaissances scientifiques et techniques, sources d'avantage concurrentiel. L'intelligence technologique, en tant que capacité à capter des connaissances externes et à les transférer dans les processus opérationnels de la firme, participe de la transformation de ces derniers. Ces connaissances relèvent à la fois de la dimension explicite (documents, brevets, publications scientifiques) et tacite (abordée au travers des collaborations et ressources humaines). Son action s'inscrit ainsi

dans le processus d'apprentissage pour compléter l'activité de R&D et enrichir la base de connaissances de la firme.

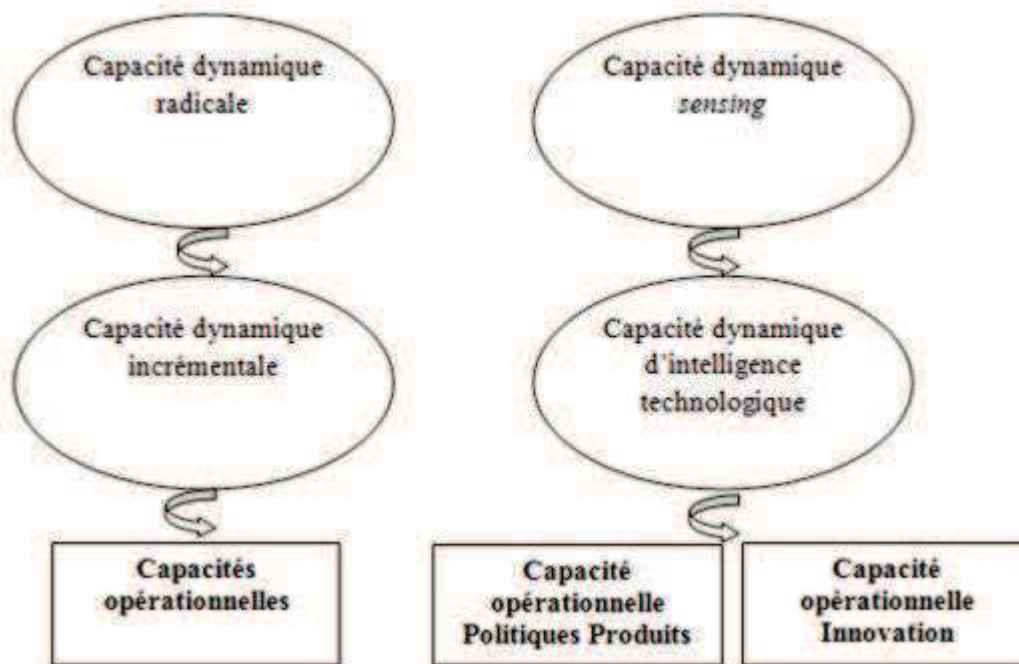
2.2.3. La position de l'intelligence technologique

Ainsi que l'ont souligné de nombreux auteurs (Danneels, 2002 ; Winter, 2003 ; Zahra et al., 2006 ; Ambrosini et al., 2009), les capacités dynamiques peuvent être distinguées selon la portée des changements perçus dans l'environnement sur le positionnement de la firme. Selon ces auteurs, les capacités dynamiques peuvent être distinguées entre les capacités de haut niveau dite radicales ou régénératrices qui interviennent lorsque les changements perçus dans l'environnement ont un impact majeur (Ambrosini et Bowman, 2009 ; Romme et al., 2010) et les capacités dynamiques incrémentales intervenant pour des changements ayant un impact mineur. Ces capacités, comme la capacité *sensing*, sont constituées de plusieurs capacités dynamiques qui interviennent simultanément sur plusieurs capacités opérationnelles pour opérer le changement. Ces capacités dynamiques sont plus spécialisées et agissent sur un groupe restreint voire une capacité opérationnelle en particulier de manière permanente. Leur action répond davantage d'un processus de transformation incrémental des capacités opérationnelles pour les adapter aux changements mineurs perçus dans l'environnement.

Teece (2007) postule que l'application des trois capacités dynamiques *de sensing, seizing et transforming* aboutit à une transformation radicale des ressources et routines de la firme. Dans cette perspective, nous soutenons que l'intelligence technologique s'inscrit comme un processus de capacité dynamique intermédiaire entre les capacités dynamiques radicales (impliquant un changement brutal et très significatif des modes opératoires et actifs de la firme, comme les normes) et les capacités opérationnelles exécutant les activités quotidiennes. Son déploiement répond à un besoin de connaissances du manager sur son environnement pour adapter le comportement quotidien de la firme, améliorer ses processus de production, renforcer sa base de connaissances, etc.

La Figure 12 illustre le positionnement de l'intelligence technologique dans la hiérarchie des capacités de la firme.

Figure 12 Hiérarchie des capacités dynamiques



Source : auteur.

Nous définissons l'intelligence technologique comme une capacité dynamique intermédiaire entre la capacité dynamique *sensing* globale de la firme et les capacités opérationnelles. Cette capacité intervient sur ces dernières de façon incrémentale en apportant des connaissances externes, qui, combinées aux connaissances internes, soutiennent la réalisation quotidienne des capacités opérationnelles de Prise de Décision et de Recherche et Développement. Elle intervient dans le processus global de la firme comme une aide à la décision managériale technique, les moyens d'analyse de l'environnement développés permettant de hiérarchiser les solutions technologiques identifiées, en évaluant leur exploitation sur le marché (quels sont les acteurs l'exploitant ? À quelles fins ?).

2.2.4. Les finalités de l'intelligence technologique

Enfin, la dernière caractéristique des capacités dynamiques renvoie aux finalités des processus. Selon la littérature présentée dans le premier chapitre, la mise en œuvre des capacités dynamiques vise à obtenir un avantage concurrentiel, rendu possible par la rapidité d'adaptation de la firme face aux changements perçus dans l'environnement (Zollo et Winter, 2002 ; Teece, 2007). Cependant, selon Eisenhardt et Martin (2000), les capacités dynamiques

ne sont pas les éléments qui conduisent à un avantage concurrentiel *per se*, mais ce dernier est atteint parce qu'elles ont accéléré la transformation des ressources de la firme. Zahra et al. (2006) soulignent également que, selon les ressources et capacités opérationnelles concernées, la rapidité du changement est variable car chacune dispose de mécanismes d'apprentissage différents. L'efficacité des capacités dynamiques est donc un résultat variable d'une firme à l'autre et, au sein d'une firme, d'une ressource à l'autre. En conséquence, l'examen des finalités des capacités dynamiques doit s'apprécier pour chacun des objets étudiés.

Dans le cas de la capacité dynamique d'intelligence technologique, son déploiement intervient dans l'amélioration continue de deux capacités opérationnelles : la prise de Décision par les managers sur les orientations techniques et la capacité de Recherche et Développement. La prise de Décision sur les orientations techniques a pour finalité l'élaboration des axes scientifiques et technologiques à suivre pour les développements des futurs systèmes de la firme. Pour définir ces axes, les managers s'appuient sur leur connaissance des pratiques existantes dans la firme, qu'ils doivent enrichir par une perception des attentes du marché et des disponibilités scientifiques et technologiques de l'environnement. L'intelligence technologique est un processus permettant à la firme d'extraire de l'environnement les connaissances pertinentes concernant les technologies, les besoins des clients relatifs et les usages des concurrents relativement à celles-ci. Synthétisées, ces connaissances sont utiles à l'orientation de la stratégie scientifique et technologique qui soutient la prise de Décision sur les orientations techniques de la firme.

Mais l'intelligence technologique, en tant que capacité à acquérir des connaissances scientifiques et techniques externes, peut influencer sur la capacité opérationnelle liée aux développements de nouveaux produits, à l'exploration de nouvelles solutions ou axes technologiques, en soutien à l'innovation. L'un des apports majeurs à l'innovation d'une firme repose dans la capacité des individus à développer de nouvelles idées à partir des connaissances antérieures (Cohen et Levinthal, 1990). Cependant, ces connaissances peuvent rapidement devenir obsolètes face aux changements de l'environnement et doivent être perpétuellement complétées avec des connaissances externes (Zollo et Winter, 2002 ; Carayannis, 2002). L'intelligence technologique agit en amont dans le processus de recherche et de développement en plusieurs points :

- elle vient conforter les orientations technologiques identifiées par les individus (managers et experts) d'après leur expérience et connaissances antérieures (savoir tacite) en apportant des éléments de réponse sur les évolutions de ces technologies et leur exploitation dans l'environnement (réduire les risques et menaces) ;

- elle ouvre des perspectives d’exploration par sa capacité à considérer une technologie dans sa globalité, en parallèle de l’interprétation des applications dédiées ;
- elle contribue au développement des experts et des individus en enrichissant leurs connaissances par l’apport de celles captées dans l’environnement ;
- enfin, elle est un moyen pour l’entreprise de se détacher de ses habitudes pour l’amener à envisager d’autres opportunités (réduire la dépendance de sentier technologique).

Si l’avantage concurrentiel reste à terme la finalité du déploiement des capacités dynamiques, nous définissons des objectifs intermédiaires pour les capacités dynamiques incrémentales telles l’intelligence technologique. En effet, l’action incrémentale de la capacité dynamique d’intelligence technologique amène en premier lieu un repositionnement des orientations scientifiques et techniques définies par les managers. En deuxième lieu, l’acquisition de connaissances scientifiques et techniques sert également la capacité d’innovation de la firme en contribuant au renouvellement des connaissances des ingénieurs impliqués dans les activités de recherche et développement.

2.3. Les acteurs du processus

La définition de la capacité d’intelligence technologique formulée dans ces travaux relève l’importance du rôle de l’individu de la firme comme un acteur du processus d’apprentissage organisationnel. C’est à trois fonctions précises de l’individu dans la firme que nous référons dans ces travaux, à savoir premièrement les décideurs et managers en tant que stratèges de la firme, puis les experts dépositaires de la charge d’évaluation de la connaissance nouvelle et enfin les observateurs, fil rouge supervisant les flux de connaissances entre les deux précédents et dépositaires de l’organisation du processus d’intelligence technologique.

2.3.1. Les managers, instigateurs du déploiement de la capacité

La littérature place le manager au cœur du déploiement des capacités dynamiques (Helfat et al., 2007 ; Teece, 2007). Premièrement, nous nous intéressons à la place des décideurs dans le processus d’intelligence technologique et en particulier, à trois fonctions au travers desquelles il intervient dans la capacité d’intelligence technologique : celui de guide, d’évaluateur et celui d’usager.

Tout d'abord, le décideur est un guide au sein du processus d'intelligence technologique qui oriente les axes de recherche de l'intelligence technologique sur les axes technologiques pertinents à observer. En effet, l'objet de l'intelligence technologique n'est pas la production d'une cartographie générale des technologies mais l'identification des connaissances externes susceptibles de servir les intérêts technologiques stratégiques de la firme. Au sein de la firme, le décideur est l'homme confronté aux problèmes et aux possibilités de solutions parmi lesquelles il doit décider et retenir celle(s) pour répondre au problème. Le décideur doit donc exprimer des besoins de connaissances au regard de sa vue d'ensemble des orientations techniques de la firme et de son évaluation du savoir organisationnel existant (Bouaka, 2004). Ensuite, le décideur est un évaluateur de la connaissance qui lui est fournie. Pour cela, il s'appuie sur ses propres connaissances qui lui permettent de se représenter la connaissance fournie et de la confronter pour en extraire de nouvelles. Au même titre que l'expert, le décideur a une connaissance fine des axes de recherches scientifiques qu'il combine avec la vision de la stratégie de la firme (Bulinge, 2002 ; Kislin, 2007). La représentation qu'il se fait de la connaissance fournie est enrichie par ces deux rôles, mais présente un biais d'interprétation qui peut être corrigé par la confrontation avec d'autres points de vue. Enfin, le décideur est un usager de la connaissance et doit prendre une décision à partir de la représentation qu'il s'en fait et de la valeur qu'il lui accorde. Les études portant sur le processus de décision ont souligné la complexité de ce dernier en raison de la très grande diversité des décisions, de leur portée pour l'individu qui les prend et pour la firme pour laquelle il les prend (Bouaka, 2004). Pour juger et évaluer les solutions, le décideur doit disposer de connaissances sur la situation externe qui fonderont son jugement. La variété des technologies présentes dans l'environnement, leur spécificité qui joue de leur complexité et leur diffusion en masse sont trois sources de confusion majeures pour le décideur. L'intelligence technologique, par sa capacité à évaluer en amont, cibler les connaissances intéressantes et les extraire au moyen de synthèse, rend audibles les bruits pour le décideur.

2.3.2. Les experts, au cœur du processus de conversion des connaissances

L'expert est un acteur majeur du dispositif d'intelligence technologique. En premier lieu, il détient une connaissance très fine d'un ou de plusieurs domaines d'expertise sur lesquels ses compétences sont reconnues dans sa communauté (service) et dans la firme, voire au-delà s'il participe à des activités de recherche externes telles rapports nationaux et internationaux, collaborations. Ce savoir et cette reconnaissance reposent sur son expérience personnelle, lui confèrent une forme de légitimité et en font une autorité désignée pour évaluer la pertinence

d'une connaissance au regard d'un état de l'art qu'il maîtrise et de ses possibles exploitations dans les activités et projets de la firme. Bootz et Schenk (2014) proposent une définition sur le plan cognitif de l'expert en s'appuyant sur sa différentiation avec le spécialiste comme « un individu qui dispose d'une compétence à analyser et résoudre des situations diverses et non triviales en s'appuyant sur une capacité à combiner et mobiliser rapidement savoirs théoriques et empiriques » (p. 82).

Selon Knauf (2007), « l'analyste est expert du domaine qu'il couvre, il apporte une valeur ajoutée au travail du veilleur en faisant une analyse approfondie des résultats de veille avec ou sans préconisations (selon la demande du décideur) » (p. 197). La complexité des technologies et des systèmes (produits) rendent nécessaire l'intervention d'experts dans le processus de validation des connaissances externes voire leur implication dans le processus lui-même (voir le point 1.3.2 sur les pratiques de *scouting* technologique). En effet, autant les équipes chargées d'observer l'environnement ont des connaissances pointues sur les méthodes d'extraction de connaissances, autant le vernis technique indispensable à la première évaluation de la pertinence dont elles disposent doit être suppléé par une expertise plus fine.

C'est au travers de leur analyse que se crée un premier niveau de codification et d'absorption des connaissances externes. En effet, l'expert intervient dans le processus d'acquisition des connaissances par sa capacité à délimiter le champ de recherche technique (mots-clés notamment), puis dans l'expertise des données récoltées (définir si elles entrent dans le périmètre de recherche établi). L'expert est également un des destinataires finaux des nouvelles connaissances créées à partir de l'analyse statistique des corpus grâce auxquels il met à jour ses propres connaissances, en crée de nouvelles qui lui sont propres et qu'il peut ré-exploiter dans le cadre des développements en cours.

2.3.3. La cellule d'intelligence technologique

Enfin, la dernière catégorie d'acteur participant au processus d'intelligence technologique regroupe ses responsables. La cellule d'intelligence technologique comprend le responsable de l'intelligence technologique, dont le rôle principal est la gestion du dispositif de collecte d'information de la firme. Elle est l'interface humaine entre les décideurs, les experts-analystes, et les veilleurs. Le veilleur dans la firme est un « fournisseur d'informations » (Knauf, 2007, p. 195) dont le rôle principal repose sur la gestion du dispositif de collecte d'information de la firme.

Les rôles attribués à cette cellule participent à l'intégralité du processus de création, de connaissances de définition du besoin à l'assimilation des connaissances :

- à l'origine de la demande, le premier rôle de la cellule est d'aider le décideur à formuler les problèmes rencontrés et le besoin de connaissances ;
- deuxièmement, la cellule doit déployer les moyens et ressources nécessaires pour adresser ce besoin, qu'ils soient humains au travers de la mobilisation de sources ou immatériels (logiciels d'analyses, bases de données) (Dou, 1995) ;
- troisièmement, elle procède aux analyses en collaboration avec les experts par l'animation de tables rondes visant à expertiser la connaissance extraite de l'environnement. Lors de cette étape, de nouvelles connaissances sont créées par la confrontation entre les connaissances nouvelles et celles des experts ;
- quatrièmement, la cellule assure la transmission des nouvelles connaissances produites aux décideurs pour évaluation. Suite à cela, soit la connaissance en l'état suffit pour la prise de décision stratégique, soit le décideur réévalue son besoin et demande des compléments ;
- cinquièmement, la cellule est en charge de la finalisation : l'application d'un dispositif de surveillance à la demande du décideur, codification et diffusion des connaissances nouvelles issues des réflexions partagées des experts et décideurs à destination des équipes de R&D intéressées par ces problématiques.

Dans ce dernier point, la cellule d'intelligence technologique participe à la capacité d'innovation par la transmission de connaissances opérationnelles pour l'innovation. Par ce biais, les équipes de R&D disposent d'un outil les aidant à maintenir à jour leurs connaissances sur leurs sujets d'expertise. Les membres de la cellule acquièrent ainsi un retour sur ces connaissances en termes d'expertise (contenu des documents) sur lequel ils s'appuient pour enrichir les analyses statistiques produites.

Nous avons discuté de la définition de l'intelligence technologique comme une capacité dynamique participant à l'activité de *sensing* (Teece, 2007) déployée intentionnellement par les managers pour comprendre les dynamiques scientifiques et technologiques de l'environnement. La connaissance prend une place importante au cœur du déploiement de la capacité et sa conversion dans le processus d'apprentissage de la firme constitue le déploiement de la capacité dynamique. Nous allons à présent introduire les trois processus qui

constituent la conversion des connaissances organisationnelles qui composent la capacité dynamique d'intelligence technologique en précisant leur mode d'action.

2.4. Proposition de cadre empirique à l'observation de la capacité d'intelligence technologique

La connaissance dans l'environnement de la firme revêt plusieurs dimensions et peut être représentée sous une forme plus ou moins codifiée, ainsi que nous l'avons souligné dans notre revue de littérature. Dans son approche de la capacité dynamique *sensing*, Teece (2007) identifie plusieurs processus qui adressent la question de l'accès aux connaissances scientifiques et techniques externes que nous abordons au travers de l'intelligence technologique. Le manager utilise ces leviers pour obtenir des connaissances nouvelles qui lui servent ensuite à adapter les processus opérationnels internes.

Dans le cas du déploiement de la capacité d'intelligence technologique, nous avons identifié deux processus opérationnels impactés. À l'image des travaux de Coburn (1999) puis Lichtenthaler (2004), Lichtenthaler et Muethel (2012) nous retenons la prise de décision sur les orientations stratégiques techniques comme première finalité du processus d'intelligence technologique. Cependant, notre approche relève de l'application de l'intelligence technologique au service d'une autre finalité, la détection et l'importation de connaissances externes nouvelles nécessaires aux activités de R&D. En effet, au-delà de l'aspect décisionnel, les connaissances acquises de l'environnement peuvent être sources d'idées nouvelles pour les individus travaillant dans les équipes de R&T et R&D. Or, ces connaissances ne sont pas de même nature que celles utilisées pour la décision par les managers.

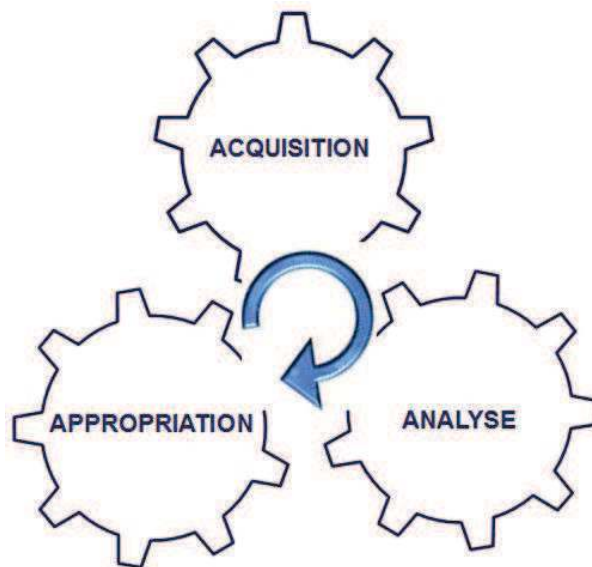
Les approches de la connaissance introduites dans le chapitre un font état de la nécessité de l'absorption, de l'exploitation, voire de l'expérimentation des connaissances pour reconnaître la finalisation du processus de conversion des connaissances (Zahra et George, 2002 ; Zahra et al. 2006). En d'autres termes, les connaissances externes détectées par les procédés *sensing*, pour participer de la transformation des processus opérationnels, doivent être internalisées et converties en connaissances internes.

Or, les approches précédemment introduites en première section de ce chapitre, tant la veille technologique que l'intelligence technologique, montrent ici leurs limites. En tant que procédés de surveillance et de détection d'opportunités et de menaces survenant dans l'environnement, ces approches ont fait leurs preuves dans les firmes pour aider les managers

dans leur prise de décision. Cependant, nous postulons que, dans le cas des environnements dynamiques, la transmission d'informations n'est plus suffisante pour permettre une certaine flexibilité au changement mais que la firme doit adapter, renouveler plus profondément et plus rapidement sa base de connaissances.

Pour cela, les procédés d'intelligence technologique doivent intégrer une dimension cognitive plus importante et se détacher des approches outillées exploitées jusqu'alors pour replacer l'individu au cœur du processus de gestion et de création des connaissances scientifiques et techniques. Pour cela, nous proposons une articulation de la conversion des connaissances externes en connaissances internes selon les approches de Nonaka et Takeuchi (1995) et Zahra et George (2002) présentés dans le chapitre un (Figure 13).

Figure 13 Les processus organisationnels qui composent la capacité dynamique d'intelligence technologique



Source : auteur.

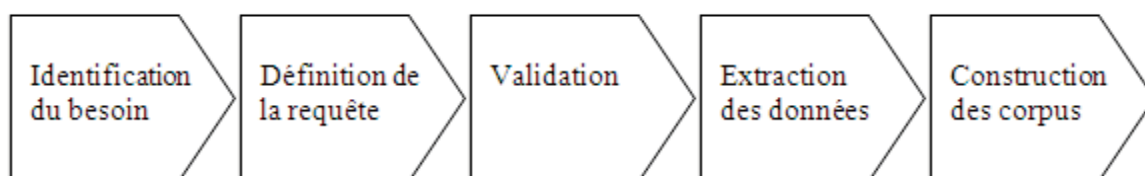
Le processus d'intelligence technologique développé dans ces travaux s'articule autour de trois processus organisationnels : l'acquisition de connaissances externes, l'analyse de celles-ci et leur appropriation par les acteurs au sein de la firme. Dans le chapitre un, nous avons souligné qu'une des limites au processus de conversion de la connaissance proposé par Nonaka et Takeuchi (1995) est l'absence de considération du rôle de l'environnement dans l'évolution de la firme. Ces trois processus participent de la réalisation de la capacité

dynamique d'intelligence technologique en favorisant la codification et l'absorption des connaissances externes pour compléter les connaissances internes. Nous allons consacrer cette deuxième section à l'analyse des trois processus organisationnels qui composent la capacité dynamique d'intelligence technologique.

2.4.1. Identifier et acquérir des connaissances

L'acquisition des connaissances est le processus par lequel la firme détecte, identifie, évalue des connaissances externes et déploie des moyens pour se les approprier (Teece, 2007). Cette dimension fait partie intégrante de tout processus de veille tel qu'introduit par Jakobiak (2009, chapitre 3 pp. 40-57). Pour cela, nous avons décomposé le processus d'acquisition des connaissances en cinq étapes (voir Figure 14) que nous détaillons en suivant :

Figure 14 Dynamique d'acquisition des connaissances



Source : auteur.

La définition du besoin

Pour être efficace, l'acquisition des connaissances doit être un processus répondant à une demande précise du décideur, adresser une question clairement exprimée. La première étape du processus concerne l'identification du besoin. Au regard de la position concurrentielle de la firme et de sa stratégie à venir, le décideur cartographie les connaissances dont il dispose et identifie celles qui lui serait nécessaire d'acquérir (Kislin, 2007). L'expression d'un besoin relève d'un dialogue entre le décideur et la personne en charge des analyses pour clarifier les contours de la demande. Ce besoin peut relever de plusieurs problématiques et objectifs liés à la prise de décision scientifiques et techniques :

- analyser les tendances sur les technologies utilisées et détecter de nouvelles technologies dans le secteur ;

- établir un état de l’art avant le démarrage d’un projet de recherche et technologique ou recherche et développement ;
- identifier et évaluer le potentiel d’acteurs mobilisant ces technologies, qu’ils soient concurrents connus ou nouveaux entrants ;
- analyser la stratégie scientifique et technologique d’un concurrent ;
- repérer les axes de recherche scientifiques et techniques des partenaires : clients et fournisseurs en particulier ;
- rechercher des partenariats ou collaborations scientifiques autour d’un projet (identifier les acteurs clés, les laboratoires et leurs chercheurs) ;
- enfin, réduire ses coûts de développement en capitalisant sur les exploitations existantes des technologies faites par les concurrents, ou en collaborant avec des acteurs déjà techniquement avancés.

La définition du besoin caractérise également la nature des connaissances recherchées. De la définition du besoin vont dépendre les sources interrogées et les méthodes mobilisées pour questionner ces sources. L’environnement est une source majeure de connaissances scientifiques et technologiques disponibles sous deux formes, les connaissances tacites d’une part entendues comme celles détenues par les individus évoluant dans les firmes du secteur, et les connaissances explicites qui relèvent d’un processus de codification (brevets, publications scientifiques, normes, produits etc.) au sein de ces firmes (Polanyi, 1967 ; Nonaka et Takeuchi, 1995). L’ensemble de ces connaissances constitue la base de connaissances sectorielle.

L’identification des sources

Le Tableau 2 reprend la liste des sources proposées par Coburn (1999) qui distingue plusieurs sources d’informations importantes pour construire l’intelligence technologique. Nous avons qualifié ces sources selon trois critères qui nous permettent de juger de leur pertinence par rapport à l’analyse du secteur aéronautique : la facilité d’accès (sont-elles facilement accessibles physiquement et intellectuellement ? Structurées ?), la facilité d’analyse (leur exploitation requiert-elle des méthodes particulières, des expertises ?) et enfin leur pertinence (sont-elles intéressantes dans notre cas d’étude ?).

Tableau 2 Sources d'informations scientifiques et techniques

Types de source	Sources	Pertinence pour la recherche
Formelles	Brevets	<u>Facilité d'accès</u> : très facile, codifiée <u>Facilité d'analyse</u> : nécessite une connaissance fine des outils de propriété intellectuelle <u>Pertinence</u> : contient 80% de l'information scientifique et technique
	Publications scientifiques	<u>Facilité d'accès</u> : facile (accès payant) <u>Facilité d'analyse</u> : coût d'entrée élevé pour la manipulation <u>Pertinence</u> : forte, R&T
	Presse spécialisée	<u>Facilité d'accès</u> : forte (tarif peu élevé, variété des sources) <u>Facilité d'analyse</u> : très facile, vulgarisation <u>Pertinence</u> : faible (pas de données fraîches)
	Produits des concurrents	<u>Facilité d'accès</u> : variable <u>Facilité d'analyse</u> : complexe (nécessite des experts) <u>Pertinence</u> : nulle dans l'aéronautique, en raison des cycles de vie R&D et produits et des pratiques de secret
Informelles	Conférences	<u>Facilités d'accès</u> : difficile (financement et obligation de présentation) <u>Facilité d'analyse</u> : complexe car dépendant de la qualité d'écoute de l'individu qui remonte l'information, nécessite des croisements <u>Pertinence</u> : forte mais doit être croisée pour être validée
	Salons	<u>Facilité d'accès</u> : variable (localisation géographique, restrictions) <u>Facilité d'analyse</u> : complexe : implique des entretiens avec des personnes ayant assisté, et traitement d'analyse lourd. Risque de désinformation <u>Pertinence</u> : forte, richesse des échanges avec fournisseurs et concurrents
	Organisation de la firme	<u>Facilité d'accès</u> : faible, la reconstitution des organigrammes peut être longue <u>Facilité d'analyse</u> : complexe car mise à jour permanente selon les mouvements des personnels <u>Pertinence</u> : forte, identifier les ingénieurs et chercheurs clés
	Base de fournisseurs	<u>Facilité d'accès</u> : complexe, confidentielle entreprise <u>Facilité d'analyse</u> : difficile car nécessite de prendre contact avec chacun puis de croiser les résultats <u>Pertinence</u> : forte, comparer les solutions des fournisseurs de la concurrence avec celles de ceux de la firme. Identifier des fournisseurs communs

Informelles	Autorités de contrôle	<u>Facilité d'accès</u> : variable, publications de rapports d'inspection, délivrance de certificats (ex : dans l'aéronautique) <u>Facilité d'analyse</u> : variable, mobilisation des experts pour comprendre les faiblesses des concurrents <u>Pertinence</u> : forte
	Internet	<u>Facilité d'accès</u> : accès facile <u>Facilité d'analyse</u> : difficile. Nécessite des experts pour collecter l'information, la qualifier, repérer les informations utiles, les synthétiser <u>Pertinence</u> : variable selon la qualité du traitement

Source : auteur, d'après Coburn (1999).

En conclusion de ce tableau, il convient de souligner que, dans le cadre de l'acquisition de connaissances scientifiques et technologiques, de nombreuses sources d'informations peuvent être mobilisées, combinées pour répondre à un besoin. Cependant, il est important de considérer les critères introduits lors de la sélection d'une source au regard du besoin et du cahier des charges défini lors de la demande. L'importance de la pertinence technique et de l'accès (tant physique qu'intellectuel) à la ressource a une incidence notable sur la qualité des résultats, ainsi que sur leur fiabilité pour l'aide à la décision.

La construction de la requête, validation et extraction des données

L'interrogation des sources d'informations citées précédemment requiert des méthodes adaptées. La mobilisation de sources humaines requiert des approches plus spécifiques, selon qu'il s'agit de sources internes (ingénieurs ou managers de l'entreprise) ou externes (fournisseurs, clients, concurrents, chercheur, etc.). Pour être exploitables et synthétisées, ces connaissances doivent être codifiées. De manière générale, la recherche par champs (pour les bases de données structurées, ces champs représentent des données tels auteur, date, mots-clés, etc.) ou par mots-clés sont les plus usitées pour les sources dites codifiées (bases de données, revues, Web). Pour construire la requête, plusieurs choix s'offrent à l'observateur :

- une requête par mots-clés : les mots-clés peuvent porter sur une technologie en particulier ou les usages de celle-ci. L'exploitation des mots-clés nécessite d'avoir au préalable défini précisément les contours de la recherche notamment si des termes spécifiques sont à connaître ou à exclure ;

- la combinaison de plusieurs champs : affiliation, chercheur/inventeur, pays, classifications pour les brevets, dates. Par ce biais, le veilleur peut identifier qui travaille sur quoi, où, quels sont les marchés visés (pays de dépôts des brevets). Nous reviendrons en détail sur les connaissances que l'on peut extraire de la combinaison d'indicateurs dans la sous-section suivante.

Dans le cas des sources codifiées, la validation de la requête est un processus itératif d'échanges entre le manager, les experts techniques et l'analyste. Le manager est responsable du périmètre couvert par son besoin en connaissances et intervient pour structurer le cadre général de la requête. L'expert est mobilisé pour ses compétences techniques du domaine qui vont contribuer à la construction qualitative de la requête et sa pertinence dans l'exploration du champ technologique ciblé (Jakobiak, 2009).

Enfin, les données sont extraites afin d'être analysées. Dans le cas de certaines données structurées comme les bases de données, l'extraction doit préparer le travail d'analyse qui suit et s'organise en deux volets :

- la constitution d'un dossier regroupant l'ensemble des documents en texte intégral destiné à une expertise fine du contenu par les équipes de R&D (soit dans un dossier, soit dans une base de données dédiée en interne). Certains logiciels d'analyse permettent le stockage et la construction de bases de données ainsi que leur alimentation automatique (celle disponible dans le logiciel MateoPatent est un exemple, voir Dou, 2004) ou non (comme Orbit® qui permet à l'utilisateur de constituer des dossiers de brevets) ;
- l'extraction des données bibliographiques en vue de leur analyse *via* des logiciels comme MS Excel, Stata, ou R.

En conclusion de cette première sous-section, il convient de rappeler l'importance du processus d'acquisition de connaissances dans la capacité dynamique d'intelligence technologique. En effet, nous avons souligné le rôle joué par le décideur dans la définition du besoin en connaissances utiles à sa compréhension de l'environnement et à l'orientation scientifique et technologique de la firme. Processus à la base de l'intelligence technologique, l'acquisition des connaissances passe par l'identification des connaissances pertinentes dans l'environnement. Nous avons confronté deux approches, l'une reposant sur l'exploitation de sources codifiées et l'autre sur des sources humaines, en montrant la pertinence et les limites

de chacune. Nous allons à présent envisager le deuxième processus visant à exploiter ces connaissances identifiées, le processus d'analyse.

2.4.2. Analyser les informations

L'analyse des informations scientifiques et techniques, une fois acquises, peut représenter une masse de connaissances difficile à appréhender. De par leur nature disparate (bases de données, articles de presse, compte rendus d'études de produits, documents fournisseurs ou normes, etc.), ces informations requièrent des processus d'analyse différenciés. Par le processus d'analyse des informations, les connaissances sont amalgamées, recoupées pour en extraire des connaissances nouvelles sur les tendances technologiques et concurrentielles. Dans cette recherche, nous nous intéressons plus précisément aux connaissances scientifiques et techniques codifiées sous la forme de brevets et de publications scientifiques.

L'analyse est en suivant le processus par lequel la firme évalue ces connaissances pour en extraire de nouvelles qui serviront soit à l'orientation des stratégies scientifiques et techniques (connaissances codifiées et organisées pour faciliter leur absorption par les décideurs), soit à l'innovation (transfert des connaissances auprès des équipes de R&D). Dans ce processus, les experts ont un rôle déterminant sur la validation des connaissances (Abbas et al., 2014).

Dans cette partie nous débattons du choix d'une approche bibliométrique pour structurer l'analyse des connaissances externes codifiées. Alors que l'approche par analyse de contenu (mots-clés, concepts etc.) reste difficile à mobiliser pour analyser de larges bases de données en raison de la complexité des requêtes textuelles, l'approche bibliométrique permet l'extraction de tendances générales sectorielles, à une échelle macro, méso ou micro et l'identification de corpus de connaissances. Dans cette section, nous débattons uniquement de l'approche bibliométrique, approche générale retenue pour ces travaux de thèse.

La pertinence de l'approche bibliométrique pour analyser les connaissances

Les données contenues dans les bases de données peuvent être étudiées selon deux méthodes bibliométriques observées couramment dans la littérature. L'approche que nous étudions ici est l'approche bibliométrique quantitative¹⁰, qui recouvre l'analyse par le biais notamment de

¹⁰ D'autres termes sont également utilisés pour désigner ces études tels que scientométrie désignant plutôt l'analyse de la science au travers des publications scientifiques, ou encore la technométrie, définie par Grupp (1992) comme l'analyse statistique des brevets.

statistiques et d'indicateurs mathématiques construits à partir des données scientifiques et techniques contenues dans les brevets et publications scientifiques (Pritchard, 1969). L'intérêt pour ces approches de recherche s'est construit autour du développement des bases de données scientifiques, considérant ces dernières comme représentatives de la production scientifique dans un domaine de recherche. Les indicateurs ont dans un premier temps été développés pour évaluer la performance scientifique et technologique des États (Grupp et Moge, 2005) avant d'intéresser les chercheurs pour l'observation des dynamiques des secteurs et des firmes.

L'approche bibliométrique quantitative se distingue en deux méthodes, une méthode quantitative visant à l'observation de tendances (secteur, acteur, pays) à partir de données brutes et une méthode plus qualitative concentrée autour d'indicateurs de la valeur du document tels que les citations, pratiques de *ranking*. La bibliométrie permet d'analyser de grands ensembles de données structurées et d'en tirer non seulement les trajectoires passées (pour un objet d'étude qu'il soit une technologie, un acteur, un pays etc.) mais aussi d'identifier des axes de recherche à venir (Lichtenthaler, 2004 ; Yoon, 2008). Ainsi que le soulignent Barré et Laville (1994) « l'hypothèse fondatrice de la bibliométrie du brevet est d'établir une mesure de l'activité de recherche technologique – volume, orientation thématique, évolution – par le dénombrement des brevets et l'analyse statistique de leurs caractéristiques » (p. 71).

Autour du brevet, de nombreux travaux de recherche ont porté sur la définition de méthodes d'analyses telles la méthode L.E.SCanning (Lesca, 2004) et des logiciels d'analyse de données comme Mathéo Patent (Dou, 2004). Les analyses de contenu sont pertinentes pour saisir la valeur technique d'un document, comprendre les axes technologiques retenus mais elles présentent plusieurs limites, tant humaines que techniques. Tout d'abord, les premiers biais sont inscrits dans le document, par les experts qui les ont rédigés et expertisés dans le cadre des procédures de validation (octroi du brevet ou encore relecteurs dans les revues scientifiques). L'intervention de ces experts ne porte pas directement sur le contenu mais sur son classement avec la définition des termes clés, des objets, des classes technologiques adressées. Les recherches dans les documents par mots-clés s'appuient sur ces termes définis à la discrétion de l'auteur et de l'examineur, ce qui amène à survaloriser ou sous-valoriser un concept dans un champ de recherche donné. L'expertise humaine des documents peut aider à reclasser les documents dans un champ technique approprié. Ensuite, les analyses de contenu procédant de l'intervention d'experts sont dépendantes des connaissances du domaine technique desdits experts, et de leurs *a priori* techniques quant aux technologies. Les biais de

la compréhension du document, de son intérêt pour la firme sont issus de la représentation que l'individu se fait, et de la perception qu'il a de la stratégie de la firme. Pour réduire ces biais, la constitution d'un panel comprenant plusieurs experts analysant séparément les données et les confrontant ensemble par la suite est un choix récurrent dans la littérature.

Certaines approches bibliométriques s'appuient donc sur des données brutes caractérisant administrativement le brevet ou la publication scientifique pour évaluer un stock annuel, technologique, et représenter des flux de connaissances entre acteurs ou secteurs sur un champ technologique donné (date de dépôt, date de publication, date de priorité, nom de l'inventeur, nom de l'auteur, affiliation, pays de dépôt, classifications). La création d'indicateurs permet de combiner plusieurs de ces données brutes pour extraire d'autres connaissances à plus forte valeur ajoutée (Paoli et al., 2003). L'objectif principal des approches bibliométriques étant l'extraction rapide de nouvelles connaissances sur les tendances technologiques, sectorielles, scientifiques d'un champ à partir d'un très grand ensemble de données, il ne peut être atteint avec suffisamment de pertinence qu'en relevant avec précision les biais liés à l'utilisation des différents champs et indicateurs.

L'analyse, un processus de création de connaissances

Le processus de création de connaissances scientifiques et techniques dans une entreprise répond de manière générale au cadre de Nonaka et Takeuchi (1995) et se structure autour des activités internes de recherche et développement (recombinaison de connaissances existantes). L'observation des limites de ce processus dans l'adaptation de la firme face aux changements de son environnement a ouvert la voie à la considération de processus d'acquisition de connaissances externes, sous la forme de transactions marchandes (embauche de personnel, investissement en matériel, achat de licence, contrats de recherche, etc.) (Teece, 1986) et de leur intégration et exploitation par la firme pour produire. En revanche, il n'y a à notre connaissance que peu d'études qui se sont intéressées aux connaissances non marchandes et non formalisées (qui regroupe l'ensemble des sources telles les brevets, les publications scientifiques, la documentation technique etc.) en tant que source de connaissances nouvelles. Les travaux de Pénin (2003) ouvrent la voie à l'étude de la capacité d'émission des connaissances par le biais des brevets notamment. L'étude de Bureth et al., (2006) sur le cas de la BioValley du Rhin Supérieur a montré que le brevet est un instrument non seulement

dans la valorisation des compétences et savoir-faire internes mais aussi dans la divulgation des connaissances détenues par la firme.

Cette première discussion nous permet d'évoquer ici le rôle des connaissances externes dans la création de nouvelles connaissances par la firme. En effet, la capacité d'intelligence technologique que nous proposons est décrite comme un processus d'apprentissage organisationnel dont la finalité est la création de nouvelles connaissances pour décider et innover. Ce processus s'accomplit dans la transformation de la base de connaissances de la firme par la conversion des connaissances externes acquises en connaissances organisationnelles, selon le modèle de conversion SECI proposé par Nonaka et Takeuchi (1995). Si l'on suit le postulat discuté dans le chapitre premier selon lequel la connaissance naît de la rencontre entre une information et un individu (qui lui confère un sens au regard de son propre schème cognitif), alors les connaissances externes identifiées ne peuvent pas être considérées en l'état comme des connaissances au stade de l'analyse. Le processus d'analyse que nous avons décrit permet de générer, à partir des connaissances externes identifiées, des informations. Pour être considérées comme de nouvelles connaissances, elles doivent être internalisées et faire sens pour les individus de la firme.

2.4.3. Absorber les connaissances

Ainsi que nous l'avons souligné en introduction de ce chapitre, le déploiement des capacités dynamiques est issu d'une décision managériale en réponse à un besoin d'adaptation des processus organisationnels face au changement perçu dans l'environnement. Or, l'adaptation de tels processus passe par l'apprentissage organisationnel.

Pour atteindre cette étape, nous proposons d'étendre le cadre d'analyse de la capacité *sensing* proposé par Teece (2007) à l'assimilation des connaissances identifiées dans l'environnement. En effet, cette dimension n'apparaît dans le cadre théorique proposé ni dans la capacité *sensing* ni dans la capacité *seizing*. Or, c'est à ce niveau que se situe selon nous l'une des limites de l'approche de Teece (2007) pour expliquer le passage d'une capacité à l'autre. L'acquisition de connaissances sur les dynamiques de l'environnement n'est pas suffisante en soi pour inciter le manager à agir. Ces connaissances doivent avoir été évaluées, éprouvées individuellement puis collectivement et enfin intégrées dans la base de connaissances organisationnelle. Par le processus d'analyse des données externes, la firme acquiert de nouvelles connaissances sur les dynamiques des technologies, des acteurs et produit de

nouvelles connaissances qui participent de l'apprentissage intentionnel, dirigé et orienté pour répondre à un problème précis (Cayla, 2007), à la construction de sa stratégie.

Nous distinguons deux types de connaissances nouvelles issues du processus d'analyse, celles issues de leur analyse bibliométrique (connaissances sur les tendances au niveau macro d'un secteur ou micro d'une firme ou technologie) et celles contenues dans les documents bruts (corpus requérant une analyse plus individuelle).

En nous appuyant sur le modèle de Zahra et George (2002) de la capacité d'absorption des connaissances, et les récents travaux de Nonaka et Toyama (2005, 2007), nous proposons d'introduire ici la conversion des connaissances issues des deux procédés précédents comme participant de la capacité d'intelligence technologique. L'aboutissement de ce processus de conversion des connaissances relève de la transformation de la base de connaissances organisationnelles, composées des connaissances individuelles et collectives, dans laquelle le manager puise pour décider des orientations à prendre (*seizing*) puis agir sur les processus opérationnels et les ressources de la firme (*transforming*).

La reconnaissance de la valeur des connaissances acquises

L'intelligence technologique relève déjà en soit d'une forme de capacité d'absorption de connaissances telle que définie par Zahra et George (2002), mais aborde l'aspect intentionnel de l'apprentissage. En effet, nous avons précédemment décrit l'intelligence technologique comme une capacité agissant pour répondre à un besoin de connaissances formulé par l'organisation pour résoudre un problème. L'acquisition de connaissances puis leur analyse relèvent d'une volonté d'expliquer et contribuent à l'apport de nouvelles connaissances à la firme, brutes (sous la forme de corpus de documents brevets et publications scientifiques) ou nouvelles (créées d'après les analyses des données brutes). Le processus d'absorption intervient alors pour établir l'utilité et la valeur de ces connaissances au regard de celles détenues ou produites en interne (*via* les activités de R&D). À l'issue de ce processus, la firme détiendra de nouvelles connaissances sur son environnement scientifique et technique nécessaires à la définition d'un nouveau positionnement stratégique et de nouveaux axes de R&D pour adresser les changements perçus dans l'environnement.

Dans le modèle d'absorption proposé par Zahra et George (2002), l'absorption comprend un premier processus d'assimilation, entendu comme l'ensemble des routines et processus par lesquels la firme analyse, structure, interprète et comprend les connaissances externes

acquises (p. 189). Pour que ce processus soit effectif, la firme doit disposer de prérequis, de compétences nécessaires à l'analyse et de connaissances antérieures lui permettant d'évaluer les connaissances scientifiques et techniques identifiées. Dans les secteurs où la R&D repose sur la science, tel le secteur électronique, l'existence de savoirs antérieurs est déterminante pour assurer la validité et attribuer une valeur aux connaissances externes. Ces compétences et connaissances antérieures sont à la fois celles de l'organisation (expérience, culture, savoir organisationnel) et des individus qui la composent (connaissances tacites, savoir-faire technique etc.) et interviennent dans le processus de validation des connaissances externes et d'identification de celles nécessaires à l'organisation.

Nous avons distingué deux types de connaissances nouvelles issues du processus d'analyse, celles issues de leur analyse bibliométrique (connaissances sur les tendances au niveau macro d'un secteur ou micro d'une firme ou technologie) et celles contenues dans les documents bruts (corpus requérant une analyse plus individuelle). Ces deux types de connaissances sont absorbés différemment par leurs destinataires respectifs, les managers pour les connaissances de tendances et les experts pour les connaissances contenues dans les corpus. Ces deux populations réceptrices des analyses vont évaluer les connaissances selon des critères subjectifs :

- la proximité avec les connaissances existantes : les connaissances nouvelles sont évaluées. La crédibilité des connaissances s'établit au regard de la véracité qu'un individu accorde à la connaissance selon qu'elle s'inscrit dans la continuité ou en rupture avec les connaissances détenues sur le sujet. Le processus d'apprentissage s'appuie sur un mécanisme cumulatif et une dépendance de sentier plus ou moins forte selon les firmes et les secteurs qui vont influencer sur la rapidité avec laquelle le récepteur va évaluer la connaissance (Cohen et Levinthal, 1990) ;
- l'intérêt de la connaissance au regard de la demande et de la formulation initiale du besoin exprimé. Si la connaissance nouvelle n'apporte aucune réponse ou une réponse en marge par rapport au besoin initial, l'individu peut être moins réceptif.

Les managers et experts ont tous deux un rôle distinct dans le processus d'absorption des connaissances. Les managers d'une part, vont absorber les connaissances qu'ils jugent utiles à la prise de décision, celles qui font sens pour eux au regard de leur état de connaissance actuel sur un sujet. Elles participent souvent d'un processus cumulatif par lequel le manager met à jour ses connaissances sur une technologie, un marché, un client et doivent être synthétiques

et mobilisables rapidement. Ces connaissances peuvent par ailleurs être transverses comme les activités du manager et non spécifiques.

A contrario, l'expert privilégie la connaissance complexe, très spécifique et non structurée qu'il acquiert par une lecture approfondie d'un corpus de document. Cet apprentissage procède également d'un processus cumulatif mais l'expert restreint la reconnaissance des connaissances utiles à la seule partie technique et très spécifiques au domaine d'expertise qu'il maîtrise. Outre la restriction à son domaine spécifique, l'absorption des connaissances par l'expert fait face à la réceptivité de celui-ci au changement qu'elles peuvent induire. En effet, les connaissances nouvelles entrent parfois en conflit avec les connaissances actuelles et peuvent être un signe de rupture ou indiquer de nouvelles tendances que l'expert peut les rejeter car trop radicales par rapport à sa perception de ce vers quoi la technologie devrait évoluer (dépendance de sentier).

L'évaluation des connaissances nouvelles facilite l'identification des connaissances pertinentes pour répondre au besoin exprimé. Au-delà de leur évaluation, leur combinaison avec les connaissances antérieures des managers et experts représente l'aboutissement du processus d'absorption qui préempte le passage à l'acte de décision.

La capacité à combiner et internaliser ces connaissances externes

Le deuxième point participant de la capacité d'absorption de la firme relève de la combinaison entre les connaissances externes analysées et évaluées et les connaissances internes de la firme et leur internalisation. Nous nous appuyons ici sur les travaux de Nonaka et Takeuchi (1995) et Nonaka et Toyama (2005) pour mettre en avant le rôle de la combinaison et de l'internalisation des connaissances dans le processus d'apprentissage.

Si le manager est à l'origine de la mise en œuvre des capacités dynamiques, il est également au cœur du processus d'exécution de ces capacités dynamiques. Dans le cas de la capacité d'intelligence technologique, le manager discute et commente les connaissances acquises et analysées au regard de sa propre expérience technique et de sa représentation de l'environnement (changement perçu en particulier). Il améliore ainsi la base de connaissances stratégiques liées à la prise de décision sur les orientations scientifiques et techniques et la transforme par incrémentation des connaissances nouvelles codifiées. Cependant, nous avons également insisté sur le rôle de l'intelligence technologique dans l'amélioration des processus de R&T et R&D liés à la capacité d'innovation de la firme. À cette fin, l'ensemble des

individus impliqués dans ces processus et en particulier les experts, sont concernés par la combinaison des connaissances.

En effet, si les managers évaluent les connaissances nouvellement acquises au regard des opportunités offertes en termes de perspectives de marché, les experts et équipes de R&D mobilisent cette connaissance nouvelle dans le cadre des développements en cours. Cette dynamique est très importante en particulier dans les secteurs où, bien que la production des biens s'inscrive dans un temps long (comme dans le cas de l'industrie aéronautique), des innovations technologiques peuvent remettre en cause des choix techniques actuels. Afin de pouvoir alors adapter les développements en cours, le maintien à jour des connaissances scientifiques et techniques des équipes de R&D est nécessaire pour assurer une certaine flexibilité à la firme face à ces changements.

Synthèse de la deuxième section

Dans cette deuxième section nous avons détaillé notre approche de l'intelligence technologique au travers des trois processus identifiés d'acquisition, d'analyse et création et d'assimilation des connaissances scientifiques et techniques externes.

Dans un premier temps, nous avons défini l'intelligence technologique comme une capacité dynamique en nous appuyant sur les critères mobilisés par Barreto (2010) pour analyser le cadre des capacités dynamiques.

La réflexion sur le rôle de l'individu dans le déploiement de la capacité d'intelligence technologique nous amène dans un second temps à distinguer trois rôles : les managers, instigateurs du déploiement, les experts et enfin les analystes de la cellule d'intelligence technologique.

Enfin, nous avons consacré une dernière partie à la présentation du cadre d'observation empirique que nous proposons pour déployer l'intelligence technologique. L'identification d'un problème technique à résoudre, et d'un besoin de connaissances externes pour construire la(les) réponse(s) adéquate(s) constitue le premier pilier fondateur de l'intelligence technologique. La définition du besoin crée la relation entre le demandeur et l'analyste, et conditionne l'ensemble des méthodes qui vont être déployées pour satisfaire ce besoin. En particulier, la définition du champ technologique concerné donne lieu à la mobilisation d'experts spécialisés préalablement identifiés en interne pour clarifier le domaine technologique et construire le protocole d'étude. Pour le deuxième pilier, l'analyse, nous avons concentré notre approche sur l'analyse de connaissances externes codifiées, en écartant les sources humaines qui, bien que pertinentes par leur richesse et forte valeur ajoutée, restent difficilement accessibles et exploitables. L'approche bibliométrique que nous avons présentée nous paraît pertinente pour exploiter efficacement les connaissances externes afin d'extraire des informations utiles pour soutenir les processus de décision et d'innovation. Enfin, nous avons souligné le rôle fondamental du troisième pilier, l'absorption des connaissances acquises de l'extérieur comme déterminante dans le processus d'apprentissage organisationnel de la firme. Ainsi, l'absorption des connaissances favorise d'une part, la prise de décision par le renouvellement des connaissances des managers sur leur environnement et, d'autre part, l'enrichissement de la base de connaissances organisationnelle par l'apport de connaissances utiles aux activités de recherche et développement.

Conclusion du chapitre

Dans ce chapitre nous avons proposé une forme opérationnelle de capacité dynamique au travers de la définition de l'intelligence technologique. En nous appuyant sur la grille d'analyse proposée par Barreto (2010), nous avons défini l'intelligence technologique comme un processus d'apprentissage organisationnel, intentionnel et incrémental, par lequel la firme acquiert, analyse et absorbe des connaissances scientifiques et techniques externes pour en créer de nouvelles qui nourrissent ses capacités opérationnelles de prise de décision et de R&D (Zahra et George, 2002). Cette approche constitue un apport intéressant pour la littérature sur les capacités dynamiques, alors que les travaux portant sur l'exploration des capacités dynamiques répondant du *sensing* restent encore très peu nombreux (Ridder, 2011). De plus, nous inscrivons cette dynamique dans la lignée des nouvelles approches sur l'apprentissage organisationnel, qui, au-delà de la perspective évolutionniste de transformation des routines face au changement, reconnaissent cette transformation comme susceptible de résulter d'une volonté de changement décidée par l'entreprise (Allen et al., 2007).

Le deuxième apport que constitue ce chapitre est le rapprochement avec la littérature très empirique sur l'intelligence économique et la veille technologique. En plaçant l'intelligence technologique comme une capacité participante de l'intelligence économique de la firme, nous supposons indirectement que cette dernière constitue une concrétisation plus globale de la capacité *sensing* de la firme. La portée générale d'observation de l'environnement défendue par les théoriciens de l'intelligence économique nous permet d'inscrire l'intelligence technologique comme participant de ce processus, en ciblant la dimension scientifique et technique de l'environnement.

Le dernier apport de ce chapitre est porté par notre proposition opérationnelle du processus d'intelligence technologique. En l'inscrivant comme une dynamique participant de l'activité de création de connaissances scientifiques et techniques complémentaires des activités de recherche et développement, nous soutenons son effet direct sur la transformation de la base de connaissances de la firme. L'implication et le rôle joué par les managers et les experts supposent une portée à la fois générale et spécifique à chacun des groupes identifiés.

La suite de ce travail introduit les cadres conceptuels et méthodologiques sur lesquels repose cette recherche ainsi que les données mobilisées.

Chapitre 3

Cadre conceptuel et méthodologique de la recherche

Introduction du chapitre

Ce chapitre répond à deux objectifs, d'une part expliquer le positionnement épistémologique et la méthode retenus pour ces travaux et d'autre part, introduire les données ayant servi à l'étude. Dans le chapitre un, nous avons montré que le cadre des capacités dynamiques est pertinent pour analyser les pratiques d'observation des dynamiques sectorielles par les firmes, mais que ce cadre théorique souffre d'une insuffisance d'observations empiriques et d'un manque d'opérationnalité. Ses proximités théoriques avec les approches des économistes évolutionnistes sur l'évolution des ressources organisationnelles et les approches managériales ont contribué à nourrir ce champ de recherche, sans pour autant apporter davantage de clarté sur ce que sont concrètement les capacités dynamiques. Dans le chapitre deux, nous avons proposé une réponse en inscrivant l'intelligence technologique dans ce champ de recherche comme un procédé favorisant l'apprentissage intentionnel, instauré par la firme pour appréhender les dynamiques scientifiques et technologiques de son environnement et innover. Nous avons construit ce chapitre en nous appuyant sur le cadre des capacités dynamiques, en considérant l'intelligence technologique comme une capacité dynamique relevant de l'aptitude de la firme à appréhender son environnement (*sensing* selon Teece, 2007 et 2009). Nous avons alors défini la capacité d'intelligence technologique comme un procédé participant de la transformation des capacités opérationnelles et contribuant à la transformation de la base de connaissances de l'entreprise, l'inscrivant ainsi dans le cadre évolutionniste.

Ce chapitre trois vient expliquer la méthode mobilisée pour démontrer que l'intelligence technologique est une capacité dynamique et participe au processus d'apprentissage scientifique et technique de la firme. Dans les sections une et deux, nous justifions le cadre conceptuel retenu en expliquant le choix d'une démarche par la recherche-action et l'immersion au sein du Groupe Thales. La recherche-action place le chercheur dans une position de réaction par rapport à la situation qu'il observe et qu'il contribue à transformer en s'appuyant sur des cadres théoriques plus larges. La demande des Responsables Développement est de disposer d'une méthode pour appréhender les changements scientifiques et techniques survenant dans le secteur avionique et être en capacité d'y répondre a nécessité le déploiement d'une méthode de recherche complexe.

Enfin, dans une troisième section, nous présentons les données mobilisées pour ce travail. Nous avons procédé dans un premier temps à un recueil de données par des entretiens

directifs auprès des managers du Département et de la Division afin de préciser le contexte. Dans un second temps, nous avons constitué le corpus de données sur le déploiement de la capacité d'intelligence technologique à partir des synthèses des réunions du Comité de Pilotage (COFIL) d'une part et des résultats des études techniques d'autre part.

1. Fondements conceptuels de la recherche

Dans cette première section, nous justifions le positionnement des travaux dans les épistémologies constructivistes au regard de l'objet de recherche adressé, puis revenons sur le contexte spécifique de la recherche-intervention dans le cadre d'une thèse CIFRE. Nous expliquons le choix d'une méthode par étude de cas pour explorer notre objet de recherche, méthode en partie justifiée par le contexte de la thèse.

1.1. L'objet de recherche

1.1.1. De l'identification d'un problème de gestion...

La perception des dynamiques technologiques dans l'environnement d'une firme et plus largement de celles affectant la structure d'un secteur dans un environnement informationnel de plus en plus complexe fait partie des problématiques quotidiennes que doivent affronter les entreprises, dont Thales Avionics.

Premièrement, avec l'avènement de l'ère de l'information et son explosion dans les années 1990, les firmes ont plongé avec engouement dans un univers qu'elles peinent à maîtriser. Avec la mise à disposition rapide et multicanale de données, les firmes ont la possibilité d'accéder à des informations jusqu'alors difficiles à acquérir et/ou à comprendre (bases de données par exemple). Mais les entreprises ont dans le même temps été confrontées à l'évaluation de la pertinence et de la véracité des informations ainsi récoltées, de leur traitement et stockage, et surtout de leur interprétation afin de les intégrer comme appui dans la prise de décision. La mondialisation des marchés a ouvert les firmes sur de nouveaux horizons et perspectives à envisager mais pour lesquels les modèles d'analyses classiques ont montré leurs limites.

Deuxièmement, des firmes de haute technologie comme celles des secteurs de l'aéronautique et de la défense ont connu de profondes mutations, tant organisationnelles avec la réorganisation des chaînes de valeur que productives du fait de l'introduction plus régulière de nouvelles technologies, dont l'électronique numérique qui est le cœur du métier de notre terrain de recherche, le groupe Thales. Deux facteurs expliquent ces mutations. D'une part, la forte croissance du marché du transport civil aérien, et les considérations internationales récentes autour des conséquences de cette croissance (pollution chimique due aux émissions

de gaz et nuisances sonores). Ces évolutions ont orienté les efforts de recherche et de développement vers des avions pouvant transporter plus de passagers sur de plus longues distances et, dans le même temps, favorisé les recherches autour de l'avion « plus électrique », plus léger, afin de réduire la consommation de carburant par passager, par kilomètre parcouru. Ces recherches concernent de près la production des systèmes électroniques embarqués. Ainsi, de nombreuses fonctions dans l'avion ont progressivement été migrées de systèmes mécaniques vers des solutions électriques. Cette migration a progressivement fait émerger l'importance de la sûreté de ces équipements et le souci constant de veiller à la sécurité des passagers par un encadrement normatif rigoureux. Les efforts de recherche nécessaires pour atteindre les objectifs fixés par les institutions internationales impactent l'ensemble de la chaîne de valeur, les avionneurs ne pouvant supporter seuls à la fois les coûts d'innovation des différents systèmes. De plus, les avionneurs sont garants de la conformité de l'avion et de ses systèmes avec les exigences normatives et écologiques qui ne cessent de croître. De plus, la complexification du système « avion » a également entraîné une complexification des systèmes avioniques, des équipements composant ces systèmes, et des connexions entre ces systèmes (Brusoni et al., 2001 ; Acha and Brusoni, 2008). Les équipementiers comme Thales ont dû intégrer, en sus des compétences nécessaires à la réalisation des équipements, des compétences managériales de projets de développement de systèmes complexes. Ces compétences leurs permettent de répondre à la demande de migration vers des systèmes avioniques complexes et de plus en plus intégrés et performants et mieux gérer l'intégration finale des sous-systèmes dont la production a été externalisée auprès de partenaires (Brusoni et al., 2001 ; McGuire, 2007 ; Bécue et al., 2014).

Troisièmement, ces efforts de recherche sont désormais menés dans un cadre concurrentiel de plus en plus instable. Les évolutions successives des Systèmes Avions vers d'une part des équipements embarqués numériques intégrant de plus en plus de fonctions et d'autre part le remplacement des systèmes hydrauliques et pneumatiques par des systèmes électriques (vers l'avion tout électrique) ont imposé aux firmes adressant le secteur aéronautique de s'adapter aux rythmes technologiques imposés par le secteur électronique. Cette adaptation a eu pour première conséquence la réorganisation des activités de R&T et de R&D afin de permettre un gain en flexibilité, avec une politique de plus en plus affirmée vers l'intégration de composants COTS dits « grand public », les composants dédiés ou spécifiques n'étant plus réservés qu'à quelques fonctions très critiques et spécifiques comme l'acquisition ou la génération graphique. Cette adaptation s'est accélérée dans les années 1990 avec la directive

Perry¹¹ et l'arrêt des filières de production de composants dédiés pour les applications militaires (composants dits MIL STD 883), ainsi que l'intégration massive de technologies civiles (industrielles), supplantant les technologies militaires et bouleversant les flux de transferts technologiques du civil vers le militaire (Beaugency et al., 2012). Cette évolution a eu pour deuxième conséquence une mise en concurrence plus forte pour les acteurs traditionnels du secteur aéronautique et défense à partir des années 2000, en permettant notamment l'accès à ce domaine par des concurrents maîtrisant les technologies civiles et capables de développer des systèmes et applications répondant aux exigences des avionneurs, à des coûts plus compétitifs. Dans le même temps, les équipements auparavant destinés à l'exécution d'une fonction unique se sont complexifiés afin de devenir de véritables systèmes intégrant différents niveaux de développements interconnectés permettant de supporter plusieurs fonctions s'exécutant en parallèle. Les évolutions apportées à ces systèmes tout au long de leur exploitation utile doivent intégrer les évolutions des technologies électroniques à tous les niveaux (matériel et logiciel), dont les rythmes d'évolution rapides sont difficilement compatibles avec un prévisionnel d'utilisation pour des applications aéronautiques à long terme (30 ans en moyenne).

Ces points, les incertitudes quant aux technologies de demain, à leur utilisation dans le cadre des systèmes envisagés pour les futurs programmes et la transformation permanente de l'environnement concurrentiel, ont amené les équipes de Recherche et Développement de Thales Avionics à identifier certaines limites dans leur capacité à appréhender ces changements. En particulier, tout en faisant le constat de l'importance de l'innovation et du dynamisme technologique dans son avantage concurrentiel, ces équipes ont identifié les limites des dispositifs internes existants pour appréhender et comprendre le secteur avionique dans sa globalité, et intégrer cette perception scientifique et technique dans les stratégies de développement de la firme.

1.1.2. ...à l'émergence d'une question de recherche

L'appréhension d'un environnement scientifique et technique est une capacité déterminante dans l'avantage concurrentiel d'une firme, d'autant plus pour une firme de haute technologie qui met en avant ses activités de recherche et de développement de pointe par un

¹¹ La Directive Perry (du nom du Secrétaire d'État à la Défense des États-Unis en fonction) annonce en 1994 l'arrêt des filières de production de composants répondant aux standards militaires afin de réduire les coûts de fonctionnement des armées. Cette décision oblige alors les industriels de la défense à s'approvisionner auprès des filières grand public, en contrepartie de concessions importantes sur la fiabilité.

réinvestissement massif de son chiffre d'affaires dans ces activités (Thales a investi une part importante de son chiffre d'affaires dans la R&D durant ces dernières années) (Thales, Document de référence 2013, p. 126). L'intensité de ces investissements s'accompagne d'une restructuration organisationnelle de ces activités afin de s'adapter aux changements dans la chaîne de valeur et de monter en compétences pour satisfaire les exigences des avionneurs.

Thales est donc désormais un acteur majeur dans un secteur émergent depuis le début des années 2000, l'avionique. La structure technologique de ce secteur est très dynamique du fait des évolutions propres des deux secteurs qui lui sont technologiquement étroitement lié : l'électronique, secteur d'origine des technologies mobilisées dans le cadre des développements avioniques ; et l'aéronautique, unique secteur destinataire des systèmes développés (systèmes réalisés sur spécifications pour un programme en particulier). Pour maintenir un avantage concurrentiel dans ce secteur, un des moyens envisagés par le Département Calculateurs de Thales est l'amélioration de sa capacité d'appréhension des dynamiques scientifiques et techniques de son environnement.

L'étude des dynamiques technologiques et concurrentielles du secteur donne en effet des clefs de compréhension des évolutions structurelles, de la place des acteurs et de leur rôle dans les évolutions sectorielles. L'enjeu que représentent les orientations technologiques aujourd'hui pour leur introduction dans les programmes aéronautiques de demain est déterminant pour le rang de Thales dans la compétition future. En conséquence, au-delà de la capacité à appréhender cet environnement pour être capable de bien décider, Thales doit développer sa capacité à explorer et exploiter les connaissances existantes dans son environnement pour les intégrer très en amont dans son processus d'innovation.

Les travaux de recherche menés visent l'objectif suivant :

Démontrer que l'intelligence technologique est une capacité dynamique *sensing* permettant à la firme d'appréhender dans son environnement scientifique et technique les connaissances nécessaires à la construction et au renouvellement des capacités opérationnelles liées aux Politiques Produits.

En cela, notre problématique de recherche s'articule autour de l'identification, dans la pratique d'intelligence technologique, d'éléments indiquant sa participation à la transformation des capacités organisationnelles de la firme qui puissent attester de son statut

de capacité dynamique. Par son déploiement, nous souhaitons également mettre en avant ces éléments et ainsi apporter au cadre théorique des capacités dynamiques une exploration empirique d'une capacité dynamique *sensing* telle qu'introduite par Teece (2007, 2009).

Le fil rouge de toute activité de recherche étant la création de connaissances, il revient au chercheur le devoir de se positionner au regard des approches épistémologiques fondamentales définissant cette connaissance.

1.2. Le positionnement épistémologique des travaux

1.2.1. Les différentes approches épistémologiques

Piaget (1967) définit l'épistémologie comme « l'étude des connaissances valables » (p. 6), ce qui porte le champ des connaissances bien au-delà des seules connaissances validées par une expérimentation scientifique. Les chercheurs en sciences de gestion distinguent traditionnellement trois courants, le positivisme, l'interprétativisme et le constructivisme en raison des processus de création des connaissances, auxquels il convient d'en ajouter un quatrième, le réalisme critique (Avenier et Thomas, 2011). Dans ces quatre courants, le rapport à la connaissance et la relation entre un chercheur et son objet d'étude divergent, selon la synthèse en Tableau 3.

Tableau 3 Synthèse des courants épistémologiques

	Positivisme	Réalisme critique	Interprétativisme	Constructivisme
Hypothèse ontologique	Le réel existe en soi, il est unique et difficilement observable Neutralité du chercheur.	Le réel existe en soi mais il se distingue en 3 : le réel profond, le réel actualisé et le réel empirique Neutralité du chercheur.	La réalité est plurielle, mais sa perception dépend de l'interprétation de l'individu Implication du chercheur.	La réalité est co-construite par le sujet. Interaction et interdépendance du sujet et du réel observé.
Objectif du chercheur	Expliquer et prédire.	Expliquer.	Comprendre.	Changer.
Projet de connaissances	« Le réel est connaissable et le chercheur a pour objectif de découvrir les lois qui le régissent » (Avenier et Thomas, 2011, p. 6).	Seul le réel empirique peut être connu. Le chercheur essaie de comprendre les mécanismes du réel profond à l'origine du phénomène.	L'expérience constitue l'accès à un réel perceptible, représentant une vue du réel. Le chercheur observe les acteurs impliqués dans le phénomène.	Le sujet définit son projet de connaissance, ses objectifs. La connaissance est contextuelle et relative au chercheur et à son objet.
Validité des connaissances	Neutralité et objectivité. La connaissance du réel existe indépendamment de preuves empiriques.	La connaissance est validée par des tests récurrents des mécanismes observés dans plusieurs contextes.	La validité des connaissances est issue du consensus entre les participants observés, compréhension du phénomène.	La connaissance est validée si elle répond aux objectifs fixés en amont de la recherche (finalité).

Source : auteur, d'après Allard-Poesi et Perret (2007), Avenier et Thomas (2011) et Gavard-Perret et al., (2012).

Le positivisme

Le paradigme positiviste établit un détachement entre le monde observé et l'objet de recherche, ce qui se traduit par une position extérieure à l'observation du terrain (Savall et Zardet, 2004). Le protocole de recherche est alors établi à partir d'hypothèses fondées sur une étude préalable de la théorie, desquelles le chercheur extrait une représentation modélisée. Selon ses postulats fondateurs, le réel est unique et la connaissance n'est pas observable ce qui amène les chercheurs à privilégier des raisonnements hypothético-déductifs pour extraire de l'observation des faits particuliers des lois générales (le « comment » des mécanismes générant le phénomène) (Allard-Poesi et Perret, 2007). Gavard Perret et al. (2012) soulignent deux principes méthodologiques fondamentaux dans l'épistémologie positiviste. Premièrement, la décomposition analytique du réel en unités de base plus facilement

accessibles et observables. Deuxièmement, le principe de raison suffisante selon lequel seule la recherche des causes qui déterminent le réel peut être réalisée. La connaissance produite des expérimentations ne sert qu'à valider les hypothèses originelles du chercheur car la connaissance produite est validée et considérée comme vraie.

Le réalisme critique

Dans l'approche du réalisme critique, plusieurs chercheurs objectent l'unicité du réel et postulent que l'observation fait partie de la réalité et, en ce sens, seule une partie du réel est observable. Cette approche dite « réalisme-critique » définit le réel comme la somme de trois strates : le réel profond, le réel actualisé et le réel empirique. Ainsi que le soulignent Gavard-Perret et al. (2012) « le réel profond désigne le domaine où résident les mécanismes générateurs, les structures et les règles qui gouvernent la survenue d'actions ou d'évènements qui eux prennent place dans le réel actualisé. Le réel empirique est constitué des perceptions humaines du réel actualisé » (p. 33). Les mécanismes structurant le réel existent dans le réel profond mais ne peuvent être ni perçus, ni observés par le sujet observant (principes d'intransitivité et de transfactualité).

L'interprétativisme

Le paradigme interprétativisme envisage le réel comme dépendant du sujet qui l'observe. En soi, la connaissance issue des observations doit permettre au chercheur de comprendre les phénomènes qu'il observe davantage que de les expliquer. La posture du chercheur impliqué dans l'action se limite à l'observation des interactions entre les individus et ne vise pas le changement (contrairement au paradigme constructiviste). Le chercheur vise ici la compréhension des représentations qu'ont les individus de la réalité observée. La connaissance extraite de ces observations est validée par le consensus qu'elle crée entre les individus participants, d'où la place accordée aux méthodes herméneutiques et ethnographiques par les chercheurs exploitant ce paradigme.

Le constructivisme

Face aux limites des approches positivistes et réalistes critiques arguant l'existence d'un réel en soi, Piaget (1967) propose d'observer la connaissance sous le prisme de sa construction et

définit un paradigme épistémologique parallèle aux épistémologies traditionnelles. Plusieurs postulats sont inhérents à la définition d'un positionnement constructiviste. Le premier est d'ordre phénoménologique et réfute l'hypothèse ontologique positiviste selon laquelle la réalité est indépendante du sujet qui l'observe. En effet, la connaissance (d'un objet) est le résultat de l'interaction entre un objet et le sujet qui l'observe. Les efforts de compréhension sont portés sur l'observation du processus de construction de cette connaissance et non pas sur la recherche des fondements de cette connaissance. L'action de connaissance est ici comprise comme intentionnelle de la part du sujet qui construit un processus pour observer son objet de recherche car selon Le Moigne (1995, p. 47) « pour être connue elle [la réalité] doit pouvoir être cognitivement construite ou reconstruite intentionnellement par un observateur-modélisateur ». Cependant, la situation telle qu'elle est expérimentée par le sujet est influencée par l'intention et la finalité recherchée.

Cela rejoint un deuxième postulat, plus téléologique, introduit par Le Moigne (2001) selon lequel toute réalité observée est corrélée à un but recherché par le sujet observateur. De fait, la connaissance observée et produite est influencée par la finalité recherchée par le sujet, et chaque observateur en aura une perception différente. La connaissance étant une construction sociale, elle ne peut déboucher sur une représentation exacte de la réalité en raison de la multiplicité des points de vue des observateurs.

Dans ces travaux de thèse, les connaissances produites sont le fruit d'une interaction entre les observations des réalités du terrain, qui reposent sur des perceptions de l'observateur, et les connaissances générales scientifiques existantes sur le phénomène observé. Notre objectif est de résoudre une situation de gestion, un problème identifié et pas seulement de comprendre un phénomène. De même, la valeur des connaissances produites dans le cadre de cette recherche est avant tout pragmatique, puisqu'il s'agit d'une représentation de la situation construite dans le cadre de cette entreprise (Le Moigne, 1995). La réponse étant fortement corrélée aux pratiques et à la structure de la firme, ces connaissances ne peuvent être exploitées en l'état par une autre firme, et, parce qu'elles ne sont qu'une des représentations possibles du réel, elles ne peuvent être considérées comme des connaissances scientifiques selon les approches épistémologiques positivistes. Dans son ouvrage, Jean-Louis Le Moigne conclut ainsi les débats sur les origines du constructivisme en mettant en avant les références communes aux chercheurs : « une hypothèse relative au statut de la réalité connaissable, qui pour être connue doit pouvoir être cognitivement construite ou reconstruite intentionnellement par un observateur modélisateur, et une hypothèse relative à la méthode d'élaboration ou de

construction de cette connaissance qui ne fera plus appel à une « norme du vrai » (par déduction programmable), mais à une « norme de faisabilité » (par intuition reprogrammable) » (2012, p. 45).

1.2.2. Le paradigme constructiviste retenu

Les hypothèses soutenues par le paradigme constructiviste nous apparaissent alors comme les plus pertinentes pour saisir les travaux de recherche menés.

Dans leur approche du constructivisme contemporain, Avenier et Thomas (2011) regroupent sous l'appellation « constructivisme pragmatique » le constructivisme radical et le constructivisme téléologique. Le constructivisme pragmatique est l'approche présentant le réel comme un construit social où la connaissance est expérimentée. Ainsi les connaissances « ont le statut d'hypothèses plausibles légitimées par la manière dont elles ont été élaborées sur la base de l'expérience empirique et/ou pragmatique du chercheur » (Avenier et Thomas, 2011, p. 11). Des deux postulats introduits précédemment sur l'épistémologie constructiviste nous retenons l'impact du rôle du chercheur en sciences sociales lorsqu'il est impliqué dans l'observation d'un processus organisationnel. Parce qu'il ne peut être détaché de son objet de recherche, le chercheur doit veiller à s'interroger sur les biais supposés influencer sa connaissance de l'objet, ce qui l'empêche *de facto* de considérer les résultats de sa recherche en dehors du périmètre établi.

La validité des connaissances produites est confirmée par la réponse que ces connaissances apportent à la résolution du problème identifié en amont. La vérité scientifique ne s'évalue pas à l'égard de critères définis car elle est contextualisée et enracinée dans le processus social de sa construction. Autrement dit, la connaissance issue de ce paradigme s'envisage à la fois comme le résultat final et le processus de l'intervention du chercheur. Cette connaissance est donc en perpétuelle construction dès lors que d'autres chercheurs s'en imprègnent et contribuent à son enrichissement mais n'est en aucun cas considérée comme la réalité ultime (Desautels et Larochelle, 2012).

En conclusion, le positionnement constructiviste est pertinent dans le cadre de cette recherche pour les motifs suivants :

- l'objet de ces travaux de recherche est la création d'un projet de connaissances actionnables qui répondent à un problème de gestion ;

- ce projet de connaissances est contextualisé par son cadre d'application ;
- la réalisation de ce projet implique une co-construction des connaissances entre le chercheur et les membres de l'organisation (Allard-Poesi et Perret, 2003) ;
- enfin, la construction des connaissances est finalisée, elle répond à un besoin exprimé par l'entreprise, qui lui confèrera une valeur si les objectifs sont atteints.

Le positionnement constructiviste offre au chercheur de nombreuses approches pour construire sa méthode de recherche, que nous allons à présent introduire.

Synthèse de la première section

Dans cette première section, nous avons introduit notre objet de recherche, l'intelligence technologique, en revenant tout d'abord sur l'identification du problème de gestion au sein du Département Calculateurs. Face aux enjeux de la société de l'information, les entreprises doivent aujourd'hui revoir leur mode d'appréhension de l'environnement et leurs capacités à exploiter les connaissances produites dans ce dernier pour développer leur avantage concurrentiel.

Nous présentons ensuite le positionnement épistémologique constructiviste que nous avons retenu. Ce positionnement s'explique d'une part, par l'interaction entre le chercheur et son terrain au travers d'une démarche de recherche-intervention afin d'apporter une réponse. Les travaux de recherche relevant de cette approche conçoivent la connaissance scientifique comme une construction d'après l'interaction entre les observations de phénomènes sociaux sur un terrain et les connaissances théoriques existantes permettant d'expliquer en intégralité ou partiellement l'objet observé. La contextualisation d'une part et l'influence du chercheur sur la connaissance observée d'autre part sont deux facteurs importants pour la compréhension des résultats de ce travail.

Dans la section deux de ce chapitre, nous allons détailler le cadre méthodologique de la recherche-intervention choisi pour étudier l'objet de recherche.

2. Le cadre méthodologique de la recherche

Dans cette section, nous justifions notre choix de la recherche-intervention pour étudier notre objet de recherche en expliquant la démarche suivie, choix fortement influencé par le cadre structurel du contrat CIFRE.

2.1. Une approche qualitative pour étudier l'objet de recherche

Les auteurs en sciences de gestion distinguent généralement les méthodes qualitatives et quantitatives. Dans le cas de ces dernières, les résultats obtenus à partir de l'exploration mathématique de données favorisent l'émergence de lois générales. Les approches qualitatives ont souvent été l'objet de critiques en raison de leur caractère à dominante exploratoire qui considère suffisante l'analyse d'un cas ou d'un échantillon pour expliquer un phénomène et en extraire des considérations théoriques plus larges. Dans la pratique, les méthodes qualitatives divergent notamment car elles « privilégient, en effet, des canevas très émergents sans programmation rigide, ce qui oblige le chercheur à activer ses lectures mais aussi ses capacités à inventer un cheminement rigoureux et capable d'intéresser des acteurs du terrain » (Giordano, 2003, p. 13).

Le positionnement de notre recherche comme l'observation des changements au sein d'une entreprise dans laquelle le chercheur est lui-même immergé nous a conduits à considérer l'approche qualitative pour mener à bien nos travaux de recherche. L'approche qualitative dans le cadre de la recherche-intervention est pertinente pour comprendre les processus sociaux inhérents à l'entreprise observée.

2.1.1. Une démarche de recherche-intervention

La particularité des thèses sous convention CIFRE se fonde sur un questionnement soulevé par une organisation d'un besoin de changement et la volonté d'y répondre par une action concrète au sein de l'organisation. Au départ de ces travaux se trouve la demande de l'entreprise Thales Avionics de développer « **un procédé interne d'appréhension des dynamiques scientifiques et technologiques dans le secteur** ». Cette demande nous plaçait en tant que chercheur dans l'obligation de faire un choix : soit maintenir un détachement vis-

à-vis de la firme en abordant la dynamique sectorielle selon l'approche évolutionniste tout en étudiant cet environnement par une approche plutôt historique, soit intégrer dans sa réflexion les relations de la firme avec son environnement et proposer le déploiement d'un procédé d'observation dynamique de l'environnement, participant ainsi au processus d'apprentissage et de création de connaissances pour la firme.

Quatre modes de recherche qualitative sont privilégiés en sciences sociales, basés sur une approche terrain : *Action-Research* (Lewin, 1951), l'*Action-Science* (Argyris et al., 1985), la science de l'aide à la décision (Roy, 1985) et enfin la recherche-intervention ou recherche ingénierique en sciences de gestion (Hatchuel et Molet, 1986). D'après une étude comparée des approches, David (2000) introduit les quatre principes fondateurs de la recherche-intervention :

- le premier décrit le processus par lequel le chercheur va comprendre le fonctionnement d'un système, définir des trajectoires d'évolution possibles, aider dans le choix de la solution la plus adaptée, la mettre en œuvre et l'évaluer ;
- le deuxième concerne le rôle du chercheur dans la production de connaissances, de par son positionnement entre le terrain et la théorie. Les connaissances développées sont directement introduites dans l'expérimentation qui les valide, le côté opérationnel du processus est indéniable ;
- le troisième est l'exploration par le chercheur de plusieurs niveaux théoriques répondant à ses besoins exploratoires. David (2000) cite les « faits mis en forme, théories intermédiaires, théories générales, niveaux axiomatique (concepts de base) et paradigmatique (postulats de base) ». La construction d'un cadre théorique cohérent et pertinent peut ainsi apparaître parfois comme une tâche complexe, en raison des va-et-vient permanents entre la théorie et les matériaux empiriques ;
- enfin, le dernier principe relève du caractère normatif de la recherche, les résultats ayant plus la portée de prescriptions d'actions pour la firme que de réels principes scientifiques.

Ainsi que le souligne Giordano (2003), les designs de recherche répondant de la recherche-action se distinguent selon le processus d'apprentissage observé. La première approche évalue la production scientifique en comparant le système avant l'intervention (observé de façon objective et détachée) avec le résultat de l'action collective pour opérer le changement. Cette approche trouve ses fondements dans les travaux de Lewin (1951) (Savall et Zardet, 2004). La deuxième approche renvoie aux travaux en recherche ingénierique qui concentrent la

réflexion sur l'actionnabilité des connaissances produites à l'issue de l'intervention. Pour construire sa démarche, le chercheur renvoie en permanence les représentations des acteurs observés aux connaissances théoriques existantes, ce qui suppose deux niveaux d'interaction : les interactions liées à l'intervention sur le dispositif existant et les interactions liées à la production de connaissances issues de la confrontation entre le terrain et les connaissances théoriques existantes (David, 2000 ; Giordano, 2003).

Le choix de développer un procédé d'appréhension de l'environnement participant à l'apprentissage organisationnel confère alors au chercheur le statut d'acteur, ce qui se traduit par le positionnement de ces travaux dans la recherche-intervention. En sciences sociales, la reconnaissance de la recherche-action comme une méthode de recherche (David, 2000) a permis l'émergence de nombreux travaux pour lesquels l'observation du terrain est fondamentale et l'acceptation de nouvelles approches théoriques. En effet, le chercheur est également un acteur dans le cadre d'une recherche-intervention puisqu'il répond à deux objectifs : « transformer la réalité et produire des connaissances concernant ces transformations » (Hugon et Seibel, 1988, p. 13). Ainsi, selon David (2000), la recherche-intervention consiste « à aider, sur le terrain, à concevoir et à mettre en place des modèles, outils et procédures de gestion adéquats, à partir d'un projet de transformation plus ou moins complètement défini, avec comme objectif de produire à la fois des connaissances utiles pour l'action et des théories de différents niveaux de généralité en sciences de gestion » (p. 20).

Dans cette démarche, le chercheur navigue en permanence entre les observations du terrain et les théories qui lui permettent d'analyser ces observations. La représentation est construite au fur et à mesure de l'exploration sur la base d'une confrontation et permet d'affiner ou de repositionner le questionnement initial du chercheur pour construire l'objet de recherche. Ces différents niveaux tels qu'évoqués par David (2000) correspondent à la démarche que nous avons suivie tout au long de ces travaux de thèse. L'adoption de cette démarche a néanmoins impacté fortement le matériau empirique utilisé pour cette recherche, en particulier le recours à des méthodes qualitatives de collecte de données pour répondre à la complexité de certaines situations observées.

2.1.2. Introduction au design de recherche mobilisé

Dans le cadre de travaux basés sur une recherche-intervention, la solidité du design de la recherche est essentielle pour justifier de la scientificité de la démarche en proposant un fil

conducteur expliquant les étapes et questionnements du chercheur et l'aboutissement à des connaissances valides.

Dans ce chapitre, nous avons justifié le positionnement constructiviste retenu pour observer l'objet d'étude et débattu du choix d'une recherche-intervention en expliquant la pertinence au regard de l'observation participante pratiquée au sein d'une firme. Dans la continuité, nous exposons ici le design de recherche que nous avons construit pour guider nos travaux en nous appuyant sur les étapes suivantes (Giordano, 2003) :

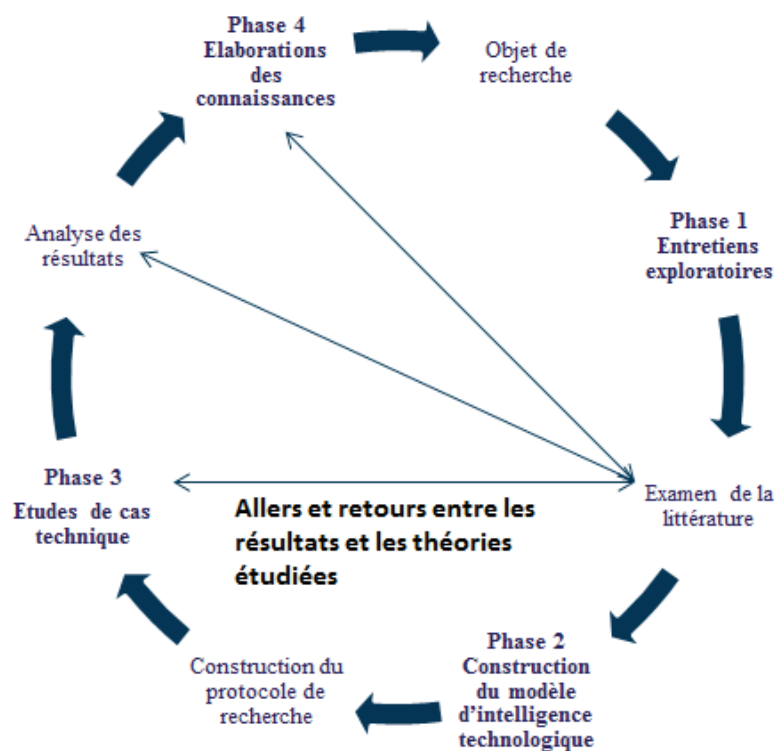
- première étape : une phase exploratoire constituée d'entretiens au sein de la firme à l'issue de laquelle nous avons défini l'objet de recherche. Dans cette première phase, le chercheur étudie son objet de recherche et construit une première problématique pour laquelle il formule des hypothèses temporaires ;
- deuxième étape : le chercheur construit, à partir de ces hypothèses et observations, un modèle théorique. Dans notre cas, cela s'est traduit par la construction d'un premier procédé d'exploration de l'intelligence technologique ;
- troisième étape : cette étape constitue une phase d'analyse approfondie par l'application du modèle au terrain de recherche. Cette phase s'est traduite dans nos travaux par l'application du modèle à l'étude des cas techniques ;
- quatrième étape : sur le fonctionnement récursif de la connaissance, cette étape confronte les résultats de la mise en œuvre du modèle avec les connaissances théoriques observées pour extraire des conclusions. Ces conclusions portent alors sur l'action par la validation ou adaptation du modèle au cas observé et la contribution des résultats aux théories mobilisées.

L'exploration de notre objet de recherche a nécessité de nombreux allers et retours entre les cadres théoriques présentés ici et les faits observés sur notre terrain de recherche. Au cours de ces travaux, la démarche hypothético-déductive préalablement retenue pour explorer l'intelligence technologique s'est effacée pour le choix d'une inférence abductive motivé par les résultats de l'exploration du cas de l'avionique¹². La démarche abductive est présentée par

¹² Dans la démarche déductive classique, les observations empiriques sur le terrain de recherche expliquent et valident les hypothèses théoriques. Dans une démarche inductive, les observations empiriques constatées sur quelques cas et relations entre elles sont stabilisées pour construire une hypothèse/théorie généralisable à d'autres cas.

Aliseda (2008) comme « *a reasoning process invoked to explain a puzzling observation* » (p. 28). Cette forme d'inférence mise en évidence par Peirce (1958) caractérise les démarches de recherche basées à l'origine sur un raisonnement déductif ou inductif qu'un « fait surprenant » vient perturber. Dans notre cas d'étude (Figure 15), le déploiement de l'intelligence technologique a mis en évidence son rôle dans la compréhension des dynamiques scientifiques et technologiques sectorielles mais aussi certaines relations avec le processus d'apprentissage organisationnel. Ce fait surprenant nous a conduit par la suite à explorer les théories des capacités dynamiques (en particulier les travaux de Teece (2007) sur le *sensing*) et de l'apprentissage organisationnel pour proposer une approche de l'intelligence technologique plus riche sur le plan théorique.

Figure 15 La démarche de recherche suivie



Source : auteur.

L'application de ce protocole de recherche met en évidence la confrontation permanente des résultats et observations de terrain avec les théories mobilisées pour comprendre l'objet observé.

2.2. Le contexte spécifique à la thèse en CIFRE

La démarche de recherche que nous avons adoptée a été fortement influencée par le cadre spécifique de la CIFRE. En effet, la proximité géographique entre l'entreprise et le laboratoire a favorisé une alternance hebdomadaire du temps de présence qui a été bénéfique pour l'avancement de nos travaux. Cette alternance a contribué au détachement intellectuel du chercheur lui permettant de trouver rapidement les réponses théoriques aux problèmes empiriques identifiés dans l'entreprise, et, de même, de tester empiriquement les solutions proposées par les chercheurs du laboratoire ou la littérature théorique.

Dans le cadre de ces travaux de thèse CIFRE, nous avons adopté une posture de participant qui observe car le contrat de recherche stipule une présence forte du chercheur dans les équipes de recherche¹³ (Tableau 4).

Tableau 4 Grille présentant les statuts du participant

Type d'observation	Statut du participant
Le participant complet	Le chercheur participe aux activités de l'entreprise mais ne fait pas reconnaître son statut de chercheur. Le cas d'étude illustrant ces pratiques est celui de l'observation clandestine de certaines communautés.
Le participant qui observe	Le chercheur participe aux activités et est reconnu par la communauté observée par son identité de chercheur. De nombreux contrats CIFRE s'inscrivent dans cette posture.
L'observateur qui participe	Ce statut se distingue du précédent par une posture plus externe et une participation moins formelle aux activités du groupe observé. Cette position introduit une forme de neutralité de l'action de l'observateur sur l'activité de la communauté.
L'observateur complet	Dans cette position, le chercheur observe de l'extérieur le fonctionnement d'une communauté, sans aucun contact.

Source : auteur, d'après Giordano (2003).

¹³ Le contrat doctoral établit entre Thales Avionics (Bordeaux) et le laboratoire du GREThA (Pessac) une répartition égale du temps de recherche (50%/50%).

Ce positionnement de recherche est le plus plébiscité par les doctorants chercheurs en contrat de recherche industriel. Le dispositif CIFRE a été introduit en France dans les années 1980, avec comme objectif de rapprocher la recherche académique de l'univers industriel en facilitant l'intégration des chercheurs dans les entreprises. Le dispositif prévoit, pour une durée de trente-six mois, le rapprochement d'un ou plusieurs laboratoires de recherche académiques, d'une ou plusieurs entreprises et d'un doctorant autour d'un projet de recherche financé. La définition de ce projet en amont indique déjà une orientation sur les travaux de recherche, celle-ci ne pouvant être modifiée radicalement qu'en apportant des motifs sérieux de recadrage des travaux.

Premièrement, le statut de doctorant-salarié de l'entreprise présente de nombreux avantages dans le cadre d'un projet de recherche de thèse. Le salarié est immergé dans l'entreprise qu'il observe, au sein de laquelle il évolue dans une équipe tout en étant également un observateur externe de celle-ci. Son projet correspond à une demande, un besoin formulé par l'entreprise qui mettra ainsi tout en œuvre pour que le projet aboutisse favorablement, comme ce fut notre cas chez Thales, où les équipes de management et techniques ont été particulièrement sollicitées et présentes à chaque étape.

Deuxièmement, en dépit du statut de salarié, le doctorant en CIFRE est également un chercheur rattaché à un laboratoire. Si l'objectif premier de la recherche est de répondre à une problématique concrète de l'entreprise, le doctorant peut également amener son laboratoire à se questionner sur les apports théoriques issus de ses travaux. Dans le cadre de cette recherche, la Direction Technique du Département Calculateurs de Thales Avionics a positionné le sujet autour du processus des Politiques Produits, avec pour objectif l'amélioration de la prise de décision sur les orientations scientifiques et techniques de la R&D. Ici, le rôle du chercheur a été de porter le sujet au niveau supérieur en s'interrogeant sur l'influence de l'environnement externe de l'entreprise (plus précisément son secteur au sens du Système Sectoriel d'Innovation et de Production que nous développons dans le chapitre cinq) sur la compréhension que l'équipe en avait et la manière de l'appréhender dans une dynamique d'innovation. Les premières recherches théoriques nous ont démontré que le domaine avionique présentait une spécificité intéressante du fait de son appartenance à la fois aux secteurs électronique et aéronautique, que les travaux empiriques en sciences économiques avaient peu éclairée (Acha et Brusoni, 2008). Il nous est apparu que les travaux en sciences de gestion sur l'appréhension par la firme de son environnement pouvaient apporter une approche complémentaire à celle retenue, en éclairant les dynamiques internes de la firme.

Enfin, l'un des facteurs majeurs à prendre en considération est la gestion du temps. Le temps de l'entreprise et celui de la recherche sont souvent montrés comme antinomiques, la recherche s'inscrivant dans un espace temporel long là où l'entreprise a un besoin de résultats souvent immédiat ou à court terme. De plus, le temps de la recherche d'ingénierie et appliquée et celui de la recherche en sciences économiques et sociales sont également très différents. Si les protocoles de développement et les processus sont apparents et permettent d'aboutir à des résultats non exploitables immédiatement dans le temps de la thèse en sciences appliquées, les travaux en sciences économiques et sociales s'inscrivent dans un temps plus long et peuvent aboutir à des méthodes, processus pour lesquels l'estimation de réussite ne sera visible que sur du long voire très long terme. Ainsi, le statut de doctorante de sciences économiques et sociales impliquée dans un environnement d'ingénierie technique, la gestion du temps de la recherche a été un défi que nous avons dû relever.

Synthèse de la deuxième section

Le cadre méthodologique de la recherche-intervention implique un lien très étroit entre le chercheur et son terrain d'observation. Dans cette section, nous avons justifié ce choix comme approprié pour poursuivre nos travaux d'exploration de l'intelligence technologique comme une capacité dynamique de la firme. Par l'interaction avec les acteurs de l'entreprise, le chercheur développe une représentation située de son objet et construit des connaissances qui contribuent à changer l'organisation, en établissant par exemple des trajectoires d'évolution possibles.

Le parcours de recherche présenté est une itération permanente entre les observations du terrain et les champs théoriques mobilisés pour comprendre notre objet et valider la scientificité des connaissances produites de l'observation. En procédant selon une démarche abductive, nous avons ainsi confronté en permanence les fondements théoriques avec les faits observés sur le terrain pour construire notre approche de l'intelligence technologique.

La construction des connaissances issues de l'observation du procédé d'intelligence technologique au sein de Thales Avionics vient nourrir les réflexions théoriques autour des capacités dynamiques relevant d'une forme d'apprentissage intentionnel. La position de participant qui observe souvent adoptée par les chercheurs sous convention CIFRE est ici fertile pour explorer l'objet de recherche, et favorise la collecte d'un matériau empirique très riche et diversifié que nous allons introduire dans la section trois.

3. Les données mobilisées pour la recherche

L'application d'une démarche de recherche-intervention suppose des allers et retours permanents entre la théorie et le terrain, et cela tout au long de la thèse. Les travaux qui ont été menés dans le cadre de cette recherche ont reposé sur l'exploitation de plusieurs sources d'informations. L'évolution et la participation quotidienne du doctorant aux activités du Département ont facilité les contacts, formels et informels, avec les équipes dirigeantes et les ingénieurs, et contribué ainsi à l'élaboration de la capacité d'intelligence technologique.

Cette sous-section revient en détail sur les données exploitées dans ces travaux pour justifier la scientificité de la démarche. Suivant la logique abductive choisie pour ces travaux, nous avons procédé en deux temps, avec une première phase exploratoire du terrain de recherche afin de préciser l'existant et de questionner les théories pour construire notre approche. La deuxième phase s'est construite autour de l'application répétée de la méthode proposée sur des études de cas techniques en vue de son amélioration.

3.1. L'analyse exploratoire par entretiens

La première source de données exploitées dans le cadre de ces travaux de thèse est constituée d'un corpus d'entretiens internes menés tout au long de la thèse. Ce corpus comprend deux grands ensembles : les données extraites des entretiens en Comité de Pilotage et les entretiens ciblés sur des responsables d'activités en particulier. Les objectifs visés par ces entretiens étaient :

- de comprendre les attentes du travail de thèse ;
- d'identifier les pratiques d'observation de l'environnement existantes ;
- d'incrémenter et de valider la proposition soumise durant la thèse.

Les Comités de Pilotage (COPIL)

La mise en place d'un Comité de pilotage dès le début des travaux de thèse a très largement contribué à la construction du procédé d'intelligence technologique, à l'orientation du design de la recherche et à l'aboutissement des travaux.

Le Comité de Pilotage est constitué du Directeur Recherche & Technologie, responsable industriel des travaux de thèse, d'un expert technique sur l'électronique et du doctorant. Avec l'avancement du projet, le Responsable Innovation a été inclus (à partir de la deuxième année) après que les travaux de recherche aient été expressément confiés à son service.

Entre juin 2012 et juin 2015, le Comité de Pilotage s'est réuni à 25 reprises, au cours de séances d'échanges de trois heures (voir Annexe 1 Tableau des Réunions du Comité de Pilotage). Ces séances étaient organisées autour de l'avancement des travaux de recherche, avec une dimension théorique sur la construction du procédé d'intelligence technologique, puis une dimension empirique relative à l'application de ce dispositif à l'observation des dynamiques technologiques (voir le point 3.2 sur les données issues des études de cas techniques). Les conclusions de ces comités ont été consignées et partagées trimestriellement avec l'encadrement académique du doctorant pour construire la démarche scientifique et valider le design de recherche suivi.

Enfin, ces Comités de Pilotage ont été élargis annuellement à l'ensemble de l'équipe encadrante, dans l'objectif d'établir un état d'avancement des travaux de recherche.

L'immersion du chercheur au sein de ces Comités de Pilotage est essentielle dans la démarche de recherche-intervention que nous avons suivie. Premièrement, l'interaction entre le chercheur et les acteurs du terrain s'est cristallisée en résultats de recherche dans le cadre de ces Comités de Pilotage, où les observations sont discutées et les recherches orientées. Ces Comités ont porté la construction collective des connaissances et la discussion des trajectoires de recherche à suivre au regard de la problématique initiale (Hatchuel, 1993). Deuxièmement, la mise en place de ces Comités permet au chercheur immergé d'accomplir une seconde mission, celle de maintenir fédérés les acteurs au projet de recherche. Si les acteurs de l'organisation identifient un problème de gestion qui requiert l'expertise du chercheur, maintenir leur engagement et construire les interactions nécessaires à la bonne application de la recherche peut s'avérer difficile sur le long terme.

Les entretiens internes

Le deuxième corpus regroupe tous les entretiens visant à explorer l'existant, les dispositifs d'observation de l'environnement établis au sein du Département, et au-delà au niveau de la Division Avionique (voir Annexe 2 Tableau des entretiens).

Dans un premier temps, nous avons réalisé une série d'entretiens avec la Direction Intelligence Economique. Un premier entretien directif de deux heures avec le Responsable de la cellule nous a permis d'établir le périmètre d'observation de l'environnement couvert par les activités de cette cellule. Par la suite, nous avons rencontré un deuxième responsable au cours d'un entretien directif de trois heures. Lors de cet entretien, nous avons expertisé et évalué les processus de veille existants, construits autour de l'exploitation d'une solution commerciale de veille. Enfin, trois entretiens de deux heures ont été réalisés avec le Responsable Marketing en charge des lignes de produits du Département sur les procédés établis pour dresser les panoramas marchés et concurrents.

Ces deux premières séries d'entretiens nous ont amenés aux conclusions suivantes :

- l'observation de l'environnement actuel est orientée sur une vision commerciale de ce dernier, pour en aborder les dynamiques concurrentielles, les produits commercialisés, et produire des analyses marchés afin d'orienter la stratégie commerciale ;
- l'existence d'un outil de veille au niveau de la Division offre un support intéressant et révèle une structure de diffusion auprès d'un public sensibilisé à ce processus ;
- les Directions Marketing et Intelligence Economique sont pilotes sur le développement de solutions de surveillance de l'environnement pour la Division, et collaborent étroitement dans la production des connaissances liées au marché et à la concurrence pour la Direction Stratégie ;
- l'exploration de l'environnement scientifique et technique est à ce jour un axe à renforcer.

Dans un second temps, nous avons complété notre analyse de l'existant par une série d'entretiens auprès des personnels de la Direction de la Propriété Intellectuelle (PI). Depuis 2010, la gestion de la Propriété Intellectuelle est externalisée auprès de cabinets conseils et seules des activités de gestion des portefeuilles existants et des déclarations d'invention (Ayerbe et al., 2012 ; Sincholle, 2009) restent internalisées. Les activités de la Direction s'appuient sur un large réseau de correspondants (CPI, affectés à temps partiel sur la fonction) répartis dans les différents Départements et sites de la Division. De fait, le réseau de PI est à l'avant-garde des dynamiques scientifiques et techniques internes, au plus près des réseaux d'experts et dépositaire d'accès aux bases de données de brevets.

Le Directeur de la Propriété Intellectuelle nous a reçus en entretien durant deux heures afin de nous expliquer l'organisation des activités, du réseau et échanger autour de la gestion des connaissances scientifiques et techniques. En particulier, les fortes relations entre la PI et la Direction Technique ont été soulignées comme un moteur pour l'observation des évolutions techniques dans le domaine avionique. Par la suite, nous avons complété cet entretien par d'autres entretiens avec les CPI, un de deux heures avec le correspondant du Département, puis deux autres avec les correspondants de deux autres Département. En effet, chaque CPI porte dans ses objectifs la réalisation de « veilles technologiques » sur les lignes produits de son domaine.

Les conclusions suivantes ont été tirées de ces entretiens :

- la Direction de la Propriété Intellectuelle, par son réseau et ses accès à l'information technique contenues dans les bases de brevet, est un organe important pour expertiser et relayer les connaissances scientifiques et techniques ;
- l'examen des pratiques de veille existantes révèle l'hétérogénéité des pratiques (structuration ou non de la veille), les limites de l'exploitation des connaissances (irrégularité dans la diffusion, l'évaluation par les ingénieurs des Départements) et la concentration sur les données brevets exclusivement.

L'exploitation de ces données d'entretiens a fait l'objet de restitution et d'interprétation lors des Comités de Pilotage afin de construire la démarche de recherche adoptée et les hypothèses de travail.

Pour valider le procédé construit, nous avons dans un second temps procédé à des études empiriques techniques qui constituent notre deuxième source majeure de données, au travers d'une position d'observateur-participant.

3.2. L'exploration empirique par application

L'objet de recherche étudié dans ces travaux concernant la construction d'un procédé pour l'exploration des connaissances scientifiques et techniques, nous avons porté notre choix sur l'expérimentation du procédé par études de cas.

Ces études de cas nous ont fourni le matériau empirique nécessaire à l'exploration du procédé d'intelligence technologique. L'itération et la répétition du procédé sur plusieurs études de cas ont permis de confronter le modèle avec les processus internes et d'évaluer les changements dans la perception des acteurs participant aux études par rapport au procédé. Pour observer cela, nous avons déterminé une structure type de l'équipe d'étude :

- deux ingénieurs managers membres du comité de pilotage ont été impliqués dans la réalisation de toutes les études. L'observation des variations sur leur perception de l'objet de recherche au fil des études a contribué à la validation des connaissances produites ;
- un ingénieur de recherche en charge de la gestion de la réalisation des études. La position du doctorant en tant qu'employé identifié comme un chercheur qui fut la nôtre au sein de la firme a été pertinente pour occuper ce poste en tant qu'observateur participant ;
- un ou plusieurs experts spécialistes du système ou de la technologie étudiée. Dans le cas de certaines études, l'expert mobilisé est un des ingénieurs-managers du Comité de Pilotage.

Les constatations effectuées d'après l'étude des comportements de ces acteurs constituent une part des connaissances produites par ces travaux de recherche. Les résultats des études techniques ont quant à eux contribué principalement à la construction de connaissances relevant de l'étude des dynamiques scientifiques et techniques du secteur, qui justifient le déploiement du procédé d'exploration de l'environnement proposé en objet d'étude.

3.2.1. La mobilisation des bases de données structurées

En accord avec la firme, nous avons établi un protocole de recherche mobilisant les bases de données scientifiques et techniques structurées, en tenant compte de celles déjà exploitées au sein de Thales Avionics. Nos travaux exploratoires pour la réalisation des études techniques ont mobilisé deux bases de données :

- pour les brevets, nous avons exploité la base de données mondiale FamPat qui couvre les dépôts de brevets de plus de 95 offices internationaux. L'accès à cette base est

possible par l'interface de recherche Orbit®¹⁴ et facilite l'analyse statistique et la consultation des documents en les regroupant en famille¹⁵. Cette base de données est largement utilisée par le personnel en charge de la propriété intellectuelle au sein de Thales ;

- pour les publications scientifiques, nous avons mobilisé la base de données de publications de l'Institut des Ingénieurs Électriciens et Électroniciens (IEEE) qui couvre les publications provenant des conférences ayant autorité dans ce domaine. Cette base de données est couramment utilisée en interne par les ingénieurs et cadres.

Selon Derwent (Derwent, cité par Coburn, 1999, p. 32), près de 80% des informations relatives aux technologies émergentes sont disponibles dans les documents de brevets, ce qui en fait une source majeure pour détecter les opportunités et menaces liées aux évolutions technologiques. Il convient d'y adjoindre les publications scientifiques pour rendre compte à la fois de l'orientation technique et technologique concurrentielle à jour (en comparaison avec les brevets : vieillissement entre 18 et 36 mois) et également d'une perception plus proche de la réalité. Ainsi, l'évolution des pratiques collaboratives dans la production scientifique et technique conduit à un changement dans la valorisation des travaux, avec des résultats pouvant faire l'objet de brevets et publications conjointement (Bassecoulard et Zitt, 2005).

L'exploitation des bases de données structurées présente de nombreux avantages : les données sont structurées en champs ce qui facilite la recherche, l'extraction et l'analyse, elles sont accessibles facilement et mises à jour régulièrement. De nombreux outils d'analyse basés sur l'exploitation de ces données par des indicateurs statistiques ont émergé ces dernières années (Dou, 2004).

L'usage du brevet dans l'analyse des dynamiques technologiques

Pour analyser les tendances technologiques sectorielles et concurrentielles, de nombreux travaux évolutionnistes ont évalué le brevet comme outil d'analyse. De même, le brevet associé aux publications scientifiques représente une partie de la production scientifique et technique de la firme visible avant la commercialisation de produits. Les brevets sont une

¹⁴ L'interface est commercialisée par Questel.

¹⁵ Nous reviendrons ultérieurement sur la définition d'une famille de brevets.

source d'information importante traduisant les perspectives industrielles d'un acteur au travers de la présentation de ses activités technologiques (Le Bas, 2007).

Pour une entreprise, le brevet est un outil de protection de ses activités de recherche et développement mais aussi un outil de valorisation auprès d'acteurs et de partenaires externes de ses capacités d'innovation. Le brevet est également un outil commercial puisqu'il peut générer des rentes (licences, royalties sur exploitation par tiers), être vendu, permettre de contrôler temporairement l'accès à un marché (Mitkova et Ayerbe, 2011).

L'accès aux données de brevet donne différents renseignements sur l'état d'avancement technologique d'un secteur :

- cartographier les différentes technologies qui le composent, ainsi que leurs combinaisons, l'évolution technologique dans le temps ;
- établir un état de l'art au regard dans un domaine technique avant d'investir dans un axe de recherche ;
- cartographier les acteurs du domaine, leurs savoirs et savoir-faire, leurs réseaux de collaboration. Pour un acteur, identifier les forces en présence est important afin de déterminer si la technologie est viable, et à quel coût (investissements hommes/machine/temps/argent) il peut en bénéficier ;
- analyser la concurrence, ses orientations technologiques, les marchés à l'export visés, son état d'avancement, ses réseaux de collaboration, ses équipes de recherche et experts-clés. Ces informations permettent de se positionner du point de vue de l'avancée technologique, de juger d'une rivalité en évaluant le degré de compétitivité, ou d'une possible collaboration, de l'opportunité de rencontrer des experts externes ;
- identifier des technologies et/ou produits de substitution ;
- évaluer son propre patrimoine de brevets en observant les citations des brevets de la firme, quels sont les acteurs reprenant les inventions déposées et dans quels champs/secteurs techniques ils sont exploités ;
- enfin, comprendre l'origine d'une technologie, son art antérieur, et la manière avec laquelle elle se diffuse (la technologie est-elle propre et spécifique à un secteur, une application ? Ou peut-elle faire l'objet de transferts dans d'autres secteurs pour d'autres applications ?).

L'information contenue dans les brevets est généralement considérée comme une source fiable en raison de l'expertise dont elle a fait l'objet au moment du dépôt (et du caractère officiel que recouvre la demande). Pour les gestionnaires, le brevet est une source majeure d'informations utiles à la veille technologique (Marquer, 1995 ; Corbel et Le Bas, 2011 ; Oubrich et Barzi, 2014). Mais si le brevet est un outil d'analyse privilégié par les économistes pour comprendre les dynamiques technologiques dans un secteur ou des firmes (Griliches, 1990), sa pertinence pour les analyses reste un débat ouvert dans la littérature. La première opposition faite au brevet relève de son usage réel par les firmes en tant que mécanisme de protection (Laperche, 2004 ; Mansfield, 1986 ; Arundel et Kabla, 1998 ; Hall et Ziedonis, 2001). La deuxième opposition relève de la pertinence d'une analyse des brevets seuls pour comprendre la dynamique d'une technologie ou d'un acteur. En effet, le brevet ne capte qu'une partie de l'activité de recherche et développement, voire infime car certaines firmes privilégient d'autres moyens jugés plus efficaces comme le secret ou encore l'avance technologique (Levin et al., 1987 ; Cohen, et al., 2000). Enfin, les brevets, bien qu'ils représentent l'activité inventive d'une firme et permettent d'identifier ses axes de recherche, ne sont disponibles qu'entre 18 et 36 mois après la première date de dépôt dans l'office. Ainsi, l'observation des brevets ne permet pas d'avoir une vision suffisamment proactive dans les secteurs où le temps entre les premiers développements et la commercialisation du produit est un élément clé.

En revanche, le brevet est un outil proactif dans les secteurs comme l'aéronautique et l'avionique, où les temps de développement sont généralement compris entre 5 et 10 ans et où les produits sont soumis à des améliorations permanentes tout au long de leur exploitation dans les programmes (30 ans en moyenne). De plus, la couverture internationale et l'actualisation régulière des dépôts sont deux critères importants pour les firmes des secteurs de haute technologie sur des marchés internationaux comme l'aéronautique. Cependant, comme le secteur aéronautique est également un secteur dual civil/militaire, les pouvoirs publics jouent un rôle majeur dans le financement de programmes de recherche (Moura, 2007). À cet effet, les centres de recherche publics et les universités sont également des sources majeures de productions scientifiques et technologiques à destination des développements aéronautiques.

Les publications scientifiques, une vision axée sur la Recherche et Technologie

L'application des indicateurs liés à l'expertise des citations des arts antérieurs et postérieurs cités dans les brevets a fait émerger ces dernières années de nombreuses réflexions autour du poids des sciences fondamentales dans les inventions déposées. En effet, l'augmentation du nombre de publications scientifiques, l'accès facilité par la construction et mise à disposition de bases de données structurées dédiées au monde universitaire a ouvert la voie à une prise en compte par les firmes du potentiel de recherche du secteur public.

Ainsi, Collins et Wyatt (1988) puis Narin et al. (1997) ont notamment souligné l'importance prise par les citations relevant de sciences fondamentales (par les publications scientifiques) dans les dépôts de brevets. L'observation du poids croissant des activités de recherche fondamentale au sein même des firmes s'observe également par le nombre d'ingénieurs et de chercheurs impliqués dans des activités de recherche internes ou externes en collaboration avec des laboratoires, traduites par des publications scientifiques.

Ces considérations nous amènent à nous questionner sur l'insuffisance ou la limitation d'une démarche d'observation basée uniquement sur les brevets pour les secteurs basés sur la science et la haute technologie tels que l'électronique et l'aéronautique et sur la nécessité d'intégrer les publications scientifiques dans l'évaluation de la production technique des secteurs décrits et des acteurs qui y gravitent.

Les publications scientifiques sont les résultats de la production scientifique des laboratoires de recherche et universités ainsi que des jeunes chercheurs en thèse. En cela elles sont considérées comme une source importante d'informations sur les activités scientifiques et techniques des firmes qui travaillent activement sur des activités de recherche amont. Plus précisément, elles sont souvent reliées à des expérimentations très en avance de phase du processus de recherche, appelé Recherche et Technologie (R&T). Par ce biais les ingénieurs et experts de la firme mettent en valeur lors de conférences leurs travaux de recherche et les confrontent au monde scientifique et technique. Pour les universités, elles sont le plus souvent utilisées pour valoriser leur recherche plutôt que le brevet (coûteux) et sont également un moyen d'attirer des financeurs et des chercheurs renommés (classement des universités).

La mise en relation des développements scientifiques avec les dépôts de brevets permet d'établir les cycles de développement d'une technologie, fortement dépendants du régime d'innovation du secteur observé (Shibata et al., 2011). Dans les secteurs basés sur la science tels que la biopharmacie ou l'électronique, les collaborations entre firmes et universités se multiplient. Les firmes acquièrent par ce biais de nouvelles connaissances très amont dans les

domaines technologiques qu'elles souhaitent explorer en vue de futurs développements. Pour les laboratoires, ces collaborations sont l'occasion d'appliquer une partie de leurs travaux et une source de financement pour leurs recherches. C'est également au travers des publications que les thèses en cours peuvent être détectées, ainsi que les partenariats de recherche (avec d'autres entreprises ou encore des universités).

La surveillance des publications scientifiques et techniques permet à l'entreprise d'identifier très tôt les évolutions des technologies qu'elle exploite, ou de détecter des technologies qu'elle pourrait exploiter en premier sur son marché. L'un des axes de recherche dominant dans la littérature est l'observation du rôle de la science (publications scientifiques) sur l'innovation technologique (les brevets) par la cartographie des citations entre brevets et publications scientifiques (Meyer, 2002 ; Sorenson et Fleming, 2004). Par l'observation des publications scientifiques, la firme acquiert des connaissances sur :

- les technologies émergentes dans son domaine d'application, et aux alentours, et détecter tout signe annonciateur d'un changement important ou d'une introduction de technologie en rupture ;
- les réseaux de collaborations (laboratoires et chercheurs) existants autour d'une technologie, et ainsi identifier de possibles partenaires de recherche ;
- les réseaux tissés par les acteurs proches (clients, concurrents, fournisseurs) avec le monde scientifique, et analyser ces réseaux pour comprendre la finalité des travaux menés en collaboration.

Plusieurs bases de données couvrant les publications scientifiques sont accessibles en accès payant telles Web of Science¹⁶, Scopus¹⁷, IEEE Xplore¹⁸. Les domaines scientifiques couverts (périmètres) varient de l'une à l'autre, ainsi que les méthodes d'interrogation de celles-ci (variation des champs de recherche, modalité d'export des données). De même, la fréquence de mise à jour est importante afin de pouvoir garantir la fraîcheur des données exploitées (par exemple, Scopus met quotidiennement à jour sa base de données). Ces bases de données contiennent également des « articles » dont la nature diverge : papiers publiés dans des

¹⁶ Web of Science est la base de données proposée par Thomson Reuters qui couvre 12 000 journaux dont les parutions traitent principalement les sciences, technologies, arts et humanités, sciences sociales.

¹⁷ Scopus est la base de données proposée par Elsevier, elle couvre les publications scientifiques 18 000 journaux dans divers domaines scientifiques (physique, santé, social, technique, ingénieur).

¹⁸ IEEE Xplore couvre toutes les publications enregistrées par l'Institut des Ingénieurs en Électronique et Électrique. Son périmètre concerne principalement les sciences et techniques de l'ingénieur.

revues, papiers présentés lors de conférences mais non publiés, actes de colloques, extraits d'ouvrages, notes, etc.

L'analyse des publications scientifiques doit prendre en compte certaines limites, en particulier celles liées aux délais de publication (le temps de la revue par les pairs), aux différences entre les champs scientifiques en matière de citations (rapidité, tendance à l'autocitation ou pratiques de citations de complaisance et d'exclusion entre chercheurs) (Egghe and Rousseau, 2000). De plus, le niveau d'agrégation des données pour l'analyse peut impacter les résultats. Ainsi, Noyons (2004) recommande une agrégation au niveau le plus fin (laboratoire voire équipe de recherche) afin d'assurer des comparaisons équitables notamment lorsque l'étude adresse un niveau international (en citant les exemples de l'organisation scientifique américaine ou du poids du CNRS).

Dans les secteurs fonctionnant en cycles de R&T et R&D longs comme l'aéronautique, l'observation des publications scientifiques permet d'intégrer en amont les nouvelles technologies, et de suivre leurs évolutions tout au long des développements afin de réajuster si nécessaire la trajectoire choisie. Par l'identification de laboratoires de recherche et de chercheurs autour d'une technologie, la firme est en mesure de nouer les partenariats de recherche nécessaires pour explorer un panel plus important d'opportunités technologiques, ou identifier les menaces sur une nouvelle orientation technologique. Ainsi, la firme diversifie ses connaissances *a minima* sur une large palette de technologies liées à son secteur, et choisit ensuite les technologies présentant un potentiel élevé de produits à forte valeur ajoutée, sur lesquels elle concentrera ses efforts financiers.

L'observation conjointe des publications scientifiques et des brevets donne ainsi à la firme une représentation plus complète de son environnement scientifique et technologique externe. De plus, l'exploitation de ces connaissances est aujourd'hui facilitée par leurs concentrations au sein de bases de données très codifiées permettant un accès rapide à ces connaissances. Pour les brevets, chaque office national de dépôt peut ouvrir l'accès à sa base de données moyennant un coût marginal (souvent gratuit et libre d'accès, parfois l'enregistrement est obligatoire comme sur l'Office Chinois, ou accès limité comme Google Patents limité aux brevets américains). Les bases de données payantes offrent souvent une couverture plus large avec la possibilité d'accéder simultanément aux dépôts de plusieurs offices nationaux (PatBase, STN pour la chimie notamment, Thomson Innovation, Orbit®, etc.).

3.2.2. Introduction aux études de cas techniques

Enfin, nous avons appuyé notre travail de recherche sur l'intelligence technologique par des études de cas portant sur la compréhension des dynamiques scientifiques et techniques concernant des technologies et systèmes importants pour le Département. Ces études ont servi en premier lieu à définir notre approche de l'intelligence technologique comme un procédé servant à l'observation de la dimension technique de l'environnement.

En premier lieu, nous avons démarré notre approche du secteur par une première étude générale sur les technologies relatives au secteur avionique entre août et décembre 2012. L'objectif de cette étude (Étude O) est de comprendre l'évolution de la structure de la base de connaissances technologiques du secteur entre 1980 et 2012¹⁹. Pour cela, nous avons sélectionné les grands acteurs du secteur (cinq au total couvrant près de 90% du marché selon Décision, 2012). Nous avons ensuite collecté l'ensemble de leurs brevets déposés dans la période en effectuant un découpage en périodes de cinq ans qui nous permettent de gérer le volume considérable de données, à partir du logiciel Orbit®. Nous avons ensuite identifié les technologies qui relevaient du secteur avionique en exploitant les codes de la Classification Internationale des Brevets (CIB). En effet, depuis 1971, chaque brevet est répertorié selon les technologies qu'il adresse dans les huit grands domaines de la CIB au travers d'un ou plusieurs codes. Cette classification présente les avantages d'être commune à tous les offices de brevets, de proposer une entrée à la recherche dans les bases de données par technologie (près de 70 000 classes sont distinguées) et d'être mobilisée régulièrement dans la recherche pour étudier la dispersion technologique des territoires (Schmoch, 2008), des firmes ou encore des secteurs. En étudiant ces firmes, nous avons ainsi relevé 450 codes CIB couvrant leurs portefeuilles de brevets. Cependant, comme ces dernières réalisent non seulement des systèmes autres que des systèmes avioniques (moteurs notamment) mais aussi des systèmes pour d'autres secteurs, nous avons dû déterminer quels codes définissaient des technologies liées au secteur avionique.

Afin de concentrer notre champ de recherche sur leur activité inventive liée exclusivement à l'avionique, nous avons procédé à une extraction d'un corpus de brevets pour chaque code puis, avec l'aide d'experts (ingénieurs experts des systèmes et ingénieurs CPI) du domaine avionique, nous avons étudié ces corpus pour déterminer si leur contenu reflétait une activité

¹⁹ Pour cette étude, nous avons séquencé la période en sept périodes, dont six périodes de cinq ans (entre 1980 et 2009) et une dernière période de trois ans (2010-2012).

liée au secteur avionique ou non. À l'issue de cette étape de sélection, nous avons proposé de délimiter le cœur du champ scientifique et technologique du secteur avionique autour de 362 codes CIB. Nous avons ensuite extrait des portefeuilles de brevets des cinq acteurs sélectionnés les familles de brevets inscrites dans ces codes pour construire notre corpus d'étude.

En deuxième lieu, nous avons déployé notre proposition de capacité d'intelligence technologique en l'appliquant à l'étude des systèmes et technologies concernés par les Politiques Produits définies en 2012 et 2013. Pour réaliser ces études, nous avons choisi deux orientations : premièrement, porter l'analyse sur l'ensemble du système puis deuxièmement, mener une analyse parallèle sur une des technologies porteuses d'enjeux pour les prochaines générations du système. Toutes les études ont été réalisées à partir de données collectées sur la période 1980-2012 afin d'étudier l'évolution du secteur sur les trente dernières années. Ainsi, trois systèmes et quatre technologies ont été désignés pour construire le procédé d'intelligence technologique et nous fournir le matériau empirique nécessaire à la compréhension des dynamiques technologiques sectorielles (voir Tableau 5 présentant les caractéristiques générales des études).

Tableau 5 Présentation des études techniques

Étude	Bornes temporelles	Durée totale (mois)	Corpus de brevets	Corpus de publications	Période étudiée	Nombre de personnes impliquées en plus du COFIL
Système 1	Nov 2012 Nov 2013	12	2276	2299	1980-2012	6
Système 2	Juin 2013 Déc 2014	18	548	331	1980-2012	2
Système 3	Déc 2013 Mai 2014	6	3955	215	1980-2012	2
Technologie A	Fév 2015 Juin 2015	5	837	453	1990-2014	3
Technologie B	Juin 2013 Déc 2014	18	24	12	2000-2014	1
Technologie C	Juin 2013 Déc 2014	18	53	23	1990-2014	0
Technologie D	Juillet 2014	11	1153	57	2000-2014	3

Source : auteur.

Présentation du Système 1 et de la Technologie A

La première étude de cas menée concerne un système central dans la formulation des lignes de produits du Département adressant la commande critique de l'avion. Le Système 1 concerne un système dit « temps-réel critique » pour lequel les contraintes de développement sont très fortes. Bien que l'électronisation du système soit importante, certains modules restent encore mécaniques ou hydrauliques, ce qui implique des connaissances afin de maîtriser l'interfaçage des modules du système.

La Technologie A étudiée pour ce système concerne l'application majeure, la fonction supportée par ce système.

Présentation du Système 2 et de la Technologie B

Le Système 2 que nous avons étudié porte sur un nouveau concept d'architecture avionique qui gère la répartition des fonctions sur des calculateurs dispersés dans l'avion et permet leurs interconnexions. L'analyse porte sur l'interfaçage du système et sur les caractéristiques des calculateurs (ordonnancement des tâches par exemple) ainsi que sur les connexions au réseau propre au système.

En association avec l'étude du système, nous nous sommes intéressés à la Technologie B. La Technologie B est relative à l'intégration d'une nouvelle génération de processeurs dans les calculateurs. Déjà très répandue dans le domaine militaire et grand public, elle est étudiée pour être transférée dans des applications civiles davantage contraintes (certification) pour les programmes à venir.

Présentation du Système 3 et de la Technologie C

L'étude du Système 3 concerne un équipement de visualisation présent dans les cockpits sur lequel les informations de vol sont représentées. Les enjeux technologiques sont directement liés aux garanties de fiabilité des informations affichées, leur accès (lisibilité, manipulation) par les pilotes.

La Technologie C est une des technologies d'accès aux informations représentées. Très largement répandue dans les équipements de visualisation militaires et au-delà pour des usages destinés aux marchés du grand public (voiture, électroménager), son adoption dans le cadre d'environnements contraints par la certification est une problématique forte pour les équipementiers avioniques.

Cependant, ces deux études ne peuvent être exploitées dans les résultats de la thèse car, suite à des départs parmi les experts engagés sur le projet, elles n'ont pas pu être terminées.

Présentation de la Technologie D

Enfin, nous avons également adressé une technologie plus transverse à l'ensemble des systèmes embarqués qui concerne les briques de base électroniques (composants) des calculateurs. Si jusqu'alors les évolutions technologiques contraignaient exclusivement les applications civiles, les récents changements impactent désormais les systèmes militaires en particulier sur le respect de durée de vie utile et de disponibilité.

Synthèse de la troisième section

À l'introduction du positionnement constructiviste (section une) et de la méthode (section deux) fait suite dans cette section la présentation des données sur lesquelles nous avons construit les connaissances de ce travail de recherche.

Dans un premier temps, nous avons présenté les données acquises par plusieurs enquêtes qualitatives :

- premièrement, afin de comprendre notre terrain de recherche et les pratiques de surveillance de l'environnement existantes au sein du Département, nous avons mené une série d'entretiens directifs. Ces derniers ont ciblé plusieurs fonctions au cœur de ces pratiques dans le Département et la Division : la Direction Technique, l'Intelligence Économique, la Propriété Intellectuelle et le Marketing ;
- deuxièmement, l'évaluation et la validation de notre objet d'étude, le déploiement de la capacité d'intelligence technologique, peut être examiné au regard des retranscriptions des réunions du Comité de Pilotage. Ces réunions constituent le poste principal d'interaction du chercheur avec les managers du Département.

Dans un deuxième temps, nous présentons les études de cas techniques ayant servi de support au déploiement de la capacité d'intelligence technologique dans le Département. Ces études ont contribué à la collecte d'un matériau riche pour d'une part, construire notre proposition de capacité d'intelligence technologique et d'autre part, apporter des éléments d'étude des dynamiques scientifiques et technologiques du secteur avionique.

Conclusion du chapitre

Au cours de ce chapitre nous avons détaillé les cadres conceptuels et méthodologiques mobilisés pour adresser notre question de recherche. Le positionnement épistémologique constructiviste retenu relève l'importance accordée dans ces travaux à l'observation et l'exploration. La position du chercheur au sein du cadre d'application de son objet de recherche conduit à la construction de connaissances liées à cet objet ce qui explique le choix d'un cadre constructiviste pour les travaux des doctorants sous convention CIFRE.

L'argumentaire qui justifie notre approche méthodologique par la recherche-intervention s'appuie sur une démarche abductive construite autour d'allers et retours entre les observations empiriques relevées sur le terrain et les apports des théories mobilisées. En procédant ainsi, nous avons construit un socle solide permettant de donner une légitimité théorique à nos observations empiriques, conférant ainsi un degré certain de scientificité aux connaissances produites par ces travaux.

Enfin, les données issues de l'observation participante qui fut notre position ont largement contribué à la co-construction du procédé d'intelligence technologique. Pour que ce dernier soit opérationnel et suscite l'adhésion en interne, nous avons choisi des études de cas techniques comme support à l'expérimentation. Au-delà du caractère exemplaire de ces études comme support du procédé d'intelligence technologique, nous en avons retiré un matériau riche en connaissances pour comprendre les dynamiques sectorielles.

Le chapitre suivant discute les résultats empiriques du déploiement de la capacité d'intelligence technologique proposé dans le chapitre deux dans le cas du Département Calculateurs.

Chapitre 4

Déploiement de la capacité d'Intelligence Technologique au sein du Département Calculateurs

Introduction du chapitre

Ce chapitre est consacré à la présentation des résultats du déploiement de la capacité d'intelligence technologique au sein du Département Calculateurs de la Division Avionique de Thales. Face aux changements de l'environnement, les firmes doivent développer des aptitudes pour les identifier et modifier leurs ressources et processus pour s'adapter. Dans le chapitre deux, nous avons introduit l'intelligence technologique comme l'une de ces capacités dynamiques dont l'objectif est le renforcement des capacités opérationnelles de prise de décision et de R&D par l'amélioration de la compréhension des dynamiques scientifiques et techniques de l'environnement. Nous avons montré son articulation autour de trois processus qui sont : l'acquisition, l'analyse et enfin l'absorption des connaissances nouvelles.

Nous proposons de restituer nos conclusions autour des trois processus en présentant pour chacun les résultats obtenus dans ce travail (en section deux) :

- premièrement, nous avons choisi d'explorer l'acquisition de connaissances contenues dans les bases de données de brevets et de publications scientifiques et nous montrons leur pertinence dans l'application au cas du Département Calculateurs de Thales. Par la mise en avant des rôles du manager et de l'expert dans la construction du besoin en connaissances et dans l'identification de celles qui sont pertinentes pour construire les stratégies scientifiques et techniques, nous soulignons l'importance du processus cognitif humain sous-jacent dans l'apprentissage ;
- deuxièmement, nous exposons dans le processus d'analyse la démarche bibliométrique adoptée et les indicateurs statistiques que nous avons retenus pour analyser les informations acquises. Nous montrons ici comment, par cette démarche, nous produisons des connaissances nouvelles sur les dynamiques scientifiques et technologiques des acteurs du secteur avionique (dans notre cas) et nous les restituons au travers de cartographies ou graphiques ;
- troisièmement et dernièrement, nous présentons les résultats liés au processus d'appropriation des connaissances nouvelles issues de l'analyse bibliométrique. À nouveau, la mobilisation des managers et experts est indispensable pour valider la pertinence de ces connaissances au regard d'une part des connaissances

personnelles antérieures non-formalisées et d'autre part, suivant la stratégie et les activités scientifiques et techniques existantes.

Dans ce chapitre, nous allons mettre en évidence que :

- premièrement, l'intelligence technologique contribue à la construction de connaissances scientifiques et techniques servant la prise de décision des managers. Le choix d'une démarche d'analyse statistique et bibliométrique s'explique d'une part, par le manque de connaissances des ingénieurs et cadres quant à la manipulation et à l'exploitation du potentiel de ces informations et d'autres part, par la facilité à transférer et déployer cette méthode sur d'autres Départements (avec un premier transfert réalisé) ;
- deuxièmement, notre choix d'étudier le déploiement d'une capacité nous permet de valider son insertion dans les processus de la firme (décision, stratégie, R&D) au travers des interactions entre le travail du Comité de Pilotage et les managers des différentes Directions (Technique mais également Propriété Intellectuelle, Stratégie et Marketing).

Ce chapitre est organisé en deux sections. Dans la première section, nous allons établir un état des lieux des pratiques d'observation de l'environnement constatées dans le Département Calculateurs et dans la Division Avionique. Nous avons fait le choix d'aborder cet objet d'étude par une réflexion conjointe entre les managers de la Direction Technique du Département et nous-mêmes afin de construire une réponse la plus adaptée possible à la problématique soulevée. En effet, le déploiement de la capacité d'intelligence technologique s'inscrit dans le cadre plus général des pratiques managériales déjà existantes. Pour soutenir cette démarche, commencer par une enquête qualitative nous permet d'identifier les procédés existants, d'en comprendre les mécanismes et de mieux orienter notre travail. Notre positionnement constructiviste d'observateur justifie pleinement cette première approche du terrain de recherche et nous proposons de restituer ici les résultats de ces entretiens. Cet état des lieux montre les pratiques formelles et informelles identifiées et met ainsi en lumière le peu de formalisme des pratiques de surveillance dédiées à l'environnement scientifique et technologique, contrairement à l'environnement concurrentiel et commercial qui bénéficie de structures de veille et d'analyse identifiées.

Ce constat nous conduit à présenter dans la deuxième section les résultats du déploiement de la capacité d'intelligence technologique au sein du Département. Cette section est structurée autour des trois processus d'acquisition, d'analyse et d'appropriation des connaissances afin de présenter les conclusions de notre travail. Nous avons choisi d'orienter le déploiement vers l'étude des dynamiques scientifiques et techniques des acteurs (concurrents, clients, etc.) au travers d'études de cas sélectionnées parmi les Politiques Produits. En présentant l'approche bibliométrique retenue pour analyser les connaissances scientifiques et techniques acquises au préalable, nous montrons que l'intelligence technologique peut générer de nouvelles connaissances sur les dynamiques sectorielles nécessaires à la prise de décision. Nous revenons également sur le processus d'absorption des connaissances en décrivant plus en détail chacune des restitutions des études menées. Enfin, nous montrons au travers de l'application de la démarche aux problématiques des Politiques Produits d'un autre Département que la capacité d'intelligence technologique peut être transférée et généralisée pour intervenir sur les capacités opérationnelles de prise de décision des managers et de R&D. Les conclusions de ce transfert montrent qu'en dépit de l'amélioration apportée à l'exploitation de ces données pour l'aide à la décision (analyse bibliométrique) et les connaissances acquises sur les dynamiques du secteur, la mise en place de façon plus pérenne de cette capacité n'est pas envisagée. Ainsi que le soulignait en conclusion un des CPI « *nous restons dubitatifs quant à l'apport réel au regard du temps que demande la sélection des documents et leur analyse. Un dispositif plus automatisé serait pour nous préférable au regard du temps que nous pouvons allouer à cette activité* ».

1. L'état des lieux des pratiques de surveillance de l'environnement au sein du Département Calculateurs

Dans cette section nous revenons sur l'état des lieux précédant le déploiement de la capacité d'intelligence technologique au sein du Département Calculateurs de Thales Avionics. Notre recherche s'inscrivant dans un système constructiviste, il revient au chercheur de préciser le contexte dans lequel la connaissance a été produite. En effet, cette contextualisation influence la relation entre l'objet et l'observateur, ce dernier cherchant à comprendre et construire des connaissances dans un contexte précis (Le Moigne, 2001). Pour notre démarche de recherche-intervention, nous avons adopté la posture du participant qui observe et, de fait, nous nous devions d'être reconnus comme tel par l'ensemble des participants de l'objet d'étude (Giordano, 2003). La finalité de ce travail étant l'observation du déploiement de la capacité d'intelligence technologique au sein du Département, nous avons établi cet état des lieux afin de délimiter précisément le périmètre de notre recherche et de discuter du problème identifié par le management.

Pour cela, nous nous sommes entretenus dans un premier temps avec les dirigeants de la Direction Technique du Département pour identifier et analyser les dispositifs existants permettant à ses membres d'acquérir des connaissances scientifiques et techniques pour comprendre l'évolution de leur environnement. Puis dans un second temps, nous avons poursuivi nos recherches dans la compréhension des dispositifs en place par des entretiens auprès des cellules d'Intelligence Économique et de Propriété Intellectuelle. Ces deux cellules, bien que placées au niveau de la Division Avionique, assurent toutes deux des fonctions supports sur ces deux métiers pour l'ensemble des Départements de la Division, dont celui des Calculateurs. Nous présentons en première sous-section les conclusions de ces entretiens qui ont orienté nos choix de recherche vers le déploiement de la capacité d'intelligence technologique.

Par cette démarche au sein du Département Calculateurs, nous montrons ici les pratiques, formelles et informelles, que nous avons identifiées et leur portée concernant l'observation de l'environnement scientifique et technique. Ainsi, nous justifions notre choix d'une approche intégrée et complémentaire aux pratiques existantes, reposant sur les outils et procédés déjà implantés.

1.1. Les pratiques identifiées au sein du Département Calculateurs

Dans notre entretien de juin 2012 avec le Directeur Technique du Département, nous avons abordé la question des pratiques, structurées et non structurées. Tout d'abord, ce dernier a souligné « *qu'aucune pratique structurée en matière de veille technologique, d'analyse des brevets et normes [...] n'existe au sein du Département. Chaque ingénieur fait un peu de veille dans son coin et certains partagent par mail ou en discutant* ». En effet, nous avons pu constater que la pratique de la veille technologique est propre à chaque collaborateur, mais aucun n'est encadré ni contraint (par objectif) pour la réalisation de veille sur son domaine. En conséquence, les pratiques restent au demeurant non formalisées et peu connues.

La définition de la Politique Produits est bâtie sur les connaissances du management et des experts de la Direction Technique. Or, ainsi que le souligne le Directeur Technique « *Ce qui nous fait le plus défaut est la surveillance des nouvelles technologies et des choix des concurrents sur ces technologies. Ce qui est critique pour nos activités est d'être capable de nous positionner sur des technologies suffisamment tôt pour les évaluer dans nos conditions [i.e. systèmes avioniques et environnement contraint] et les proposer ensuite au client* ». Par ce commentaire, le Directeur Technique souligne ici la faiblesse de la surveillance de l'environnement Scientifique et Technique pratiquée par les services ayant un dispositif de veille établi. Ces services, placés au sein de la Division, ont pour mission d'observer les dynamiques commerciales, réglementaires et concurrentielles pour aider à la construction de la stratégie globale. Cependant, le Directeur Technique relève ici leurs limites quant à l'observation de l'environnement scientifique et technique. Dans un autre entretien de septembre 2012, le Directeur Technique souligne également les problèmes liés à la capitalisation des connaissances après les affaires « *Notre problème est qu'actuellement on fait nos choix techniques sur spécification pour plusieurs clients mais on ne fait pas suffisamment de lien entre ce que l'on a appris sur un programme et sur un autre. À la fin d'un projet les documentations sont archivées et les ingénieurs envoyés sur un autre projet* ». De plus, le Directeur Technique souligne également que le fonctionnement par programme pose des limites en termes de gestion des connaissances. Les connaissances acquises par l'exploration de possibilités technologiques pour un programme ne sont très souvent pas exploitées pour d'autres programmes en raison de la séparation des affaires et de leur archivage dans leur intégralité (justifié par la facilité d'accès lorsqu'il s'agit de mobiliser certaines documentations durant la vie du produit) et non par thématique technologique. De plus, les ingénieurs étant affectés sur d'autres programmes dès la fin du projet en cours, leurs

connaissances scientifiques et technologiques restent celles contenues dans la documentation mais, en cas de départ, les connaissances non codifiées sont perdues.

Ces services placés au sein de la Division sont le Marketing, l'Intelligence Économique et la Propriété Intellectuelle et disposent d'un ou plusieurs représentants par Département pour les services Marketing et Propriété Intellectuelle. Premièrement, chaque Département dispose depuis 2013 d'un Responsable Marketing à temps plein en charge de l'analyse des marchés des lignes de produits du Département. Le Responsable Marketing dépend d'une direction transverse de la Division Avionique. Ses études portent sur les offres actuelles en termes de produits commercialisés mais aussi annoncés par les acteurs (volumétrie des ventes, prix, parts de marché, etc.). Elles sont réalisées périodiquement pour l'ensemble des lignes de produits et diffusées au sein de la Direction Marketing, de la Direction Intelligence Économique du Groupe et du Département. Dans le cas de problématiques transverses à plusieurs Départements, la diffusion est élargie aux collaborateurs concernés. Il dispose de sa propre base de données et entretient également par ses études un espace collaboratif partagé dans le Groupe (*Team On Line*)²⁰. Il a également, ainsi que tous les ingénieurs de la Direction Technique, accès à la base de données de publications scientifiques de l'IEEE. Enfin, il entretient pour le Département une veille active et diffuse quotidiennement les informations pertinentes.

Deuxièmement, la Propriété Intellectuelle est organisée en réseau au sein du Groupe avec une Direction au niveau de la Direction Technique de la Division et un correspondant (temps partiel) par site. Son rattachement à la Direction Technique est justifié par le Directeur PI lors de notre entretien de septembre 2012 par les missions d'encadrement dans la rédaction des brevets et de gestion du portefeuille qui lui sont confiées. En effet, « *l'intégralité des charges juridiques est désormais portée par les cabinets conseil, nous ne nous occupons que d'aider les ingénieurs à préciser leur demande de brevet, de gérer les portefeuilles [...]. Nous répondons aussi à des demandes de veille brevets mais très ponctuellement* ». Nous apprenons ainsi qu'il existe une veille technologique qui couvre les dépôts de brevets mais ainsi que le souligne immédiatement le Directeur PI « [...] *ce sont surtout les CPI [i.e. les Correspondants Propriété Intellectuelle] qui en font pour leur Centre de Compétences [i.e. Département]* ». En d'autres termes, nous comprenons que chaque correspondant propriété intellectuelle a, en plus de la gestion du portefeuille de brevet de son Département, la charge de la veille technologique sur les brevets. Pour la réalisation de celle-ci, l'ensemble du réseau de PI a accès à la base de données FamPat, une base de données brevets couvrant plus de 90

²⁰ Nous reviendrons sur cet outil dans le point suivant.

offices nationaux de brevets et accessible *via* le logiciel Orbit® de la société Questel. Pour plus de précisions sur les pratiques en matière de veille technologique, nous avons rencontré les CPI de trois départements afin de comprendre leur démarche. Nous avons ainsi constaté que chaque CPI entretient un fichier de brevets de la concurrence et que les pratiques en matière de diffusion des informations recueillies semblent disparates. Ainsi, alors que les deux premiers correspondants évoquent la tenue de fichiers de veille sous Excel avec diffusion ponctuelle et ciblée, le troisième réalise mensuellement une lettre d'information diffusée à l'ensemble des collaborateurs du Département qui synthétise les brevets de la concurrence du mois, en laissant la possibilité au collaborateur de consulter lui-même les documents.

Troisièmement, le Département et les Directions PI et Marketing travaillent en étroite collaboration avec une dernière Direction, l'Intelligence Économique. Cette Direction est rattachée à la Direction de la Stratégie de la Division pour laquelle elle réalise des études et notes de synthèses stratégiques sur les concurrents et les clients (chiffres et hommes clés, implantations, réseaux, etc.) afin d'adapter le positionnement stratégique de la Division. Ces notes et synthèses sont élaborées à partir de fichiers de veille personnels (contenant les informations extraites de données telles que rapports annuels, communiqués de presse, études de marché de cabinets de consulting) mais aussi d'après les échanges avec les différents services dont le Marketing. Ainsi que le souligne le Directeur du service d'Intelligence Économique « *l'objectif principal est d'identifier tout changement dans l'environnement et chez les concurrents. Mais l'orientation actuelle des demandes de la Direction Stratégie porte principalement sur le marché et la concurrence, assez peu sur la technologie qui représente un point faible* ». En conséquence, l'observation de l'environnement pratiquée par le Service Intelligence Économique a une portée limitée pour la compréhension des dynamiques scientifiques et techniques.

Ces premiers entretiens confortent la demande de la Direction Technique de développer sa capacité à acquérir des connaissances sur l'environnement pour se les approprier et orienter ses Politiques Produits non seulement en accord avec les attentes des clients, mais aussi en tirant bénéfice de l'exploitation des opportunités scientifiques et techniques identifiées.

Un deuxième aspect de notre évaluation des pratiques internes concerne la gestion des connaissances codifiées au sein du Département en se référant aux outils déployés pour favoriser la diffusion et la mémorisation des connaissances.

1.2. La gestion des connaissances, une pratique confirmée au Département ?

À la lumière des informations fournies par nos différents interlocuteurs lors des entretiens, il est apparu que le Groupe, ses Divisions et Départements, se sont interrogés sur la question de la gestion et de la mémorisation des connaissances. Nous allons évoquer ici quelques dispositifs déployés et accessibles au sein du Département, mais, leur évaluation n'étant pas l'objet de notre étude, nous nous limitons ici à évoquer leur utilité et leurs limites pour notre objet d'étude.

L'outil de veille Digimind

Face aux problématiques de surveillance de l'environnement, le Groupe Thales a décidé de doter ses cellules d'intelligence économique d'outils pour assurer une couverture large des informations. Chaque Division étant à l'origine libre de choisir son prestataire²¹, la Division Avionique a choisi le logiciel de veille de la société Digimind.

La gestion du logiciel est confiée à un collaborateur chargé de l'intelligence économique que nous avons rencontré en entretien en août 2012 afin d'étudier l'outil au regard de notre projet. Ce dernier nous a ainsi confirmé que le logiciel recueille exclusivement les informations du Web et ne s'intéresse pas aux données contenues dans les bases de données, dont les données financières, les brevets et publications scientifiques. Le logiciel est paramétré pour explorer le Web par le biais de requêtes. Ces requêtes répondent aux besoins des usagers de la plateforme, managers ou responsables de lignes de produits, qui les définissent eux-mêmes d'après les mots-clés et les sources d'informations proposées. Le responsable de la plateforme est en charge du paramétrage de l'outil et de la diffusion quotidienne des synthèses de veille.

Les sources d'informations visées sont en priorité les sites de presse généralistes et spécialisés (*Air & Cosmos, Avionics International, Aviation Week, IEEE*), les sites de presse des principaux acteurs (avionneurs, fournisseurs d'équipements avioniques, fournisseurs, institutions et organismes de contrôle tels la *Federal Aviation Administration*, etc.). Les synthèses de veille sont envoyées quotidiennement aux listes de collaborateurs par mail et comprennent une trentaine de résumés en moyenne avec un lien d'accès direct à la source. À l'occasion d'évènements et salons internationaux tels que le Salon du Bourget, des synthèses spéciales sont produites et diffusées. Enfin, chaque collaborateur participant à la plateforme

²¹ Depuis 2014, une nouvelle politique concernant les outils de veille a conduit au choix d'un prestataire unique et commun à toutes les entités du groupe, AMI Software. À l'heure où nous rédigeons ce mémoire, le logiciel est en cours de déploiement au sein de la Division et ne peut être présenté dans ce mémoire.

de veille peut accéder à cette dernière pour consulter les informations et lettres de veille qui y sont stockées.

Pour les besoins du Département Calculateurs, des veilles sur la concurrence, ses produits et les fournisseurs ont été paramétrées par le manager en charge du Marketing. Les informations collectées concernent les communications faites par les concurrents sur les produits commercialisés auprès des avionneurs, ou encore certaines annonces de fournisseurs sur des composants (mémoires, cartes, etc.). Les informations collectées mettent ainsi en évidence les tendances actuelles mais elles sont insuffisantes pour cerner plus précisément les travaux de recherche et développement en cours (notamment en recherche amont voire fondamentale) en cours sur les systèmes avioniques pour préparer les prochaines générations de produits.

Team On Line

Le deuxième outil que nous abordons est une plateforme de gestion des connaissances commune au groupe et connue sous l'appellation *Team On Line*. L'organisation de cette plateforme est matricielle, à l'image du groupe, par Division et Département, et par Métier. Grâce à ce système et à l'attribution d'un numéro unique pour chaque document déposé et de mots-clés, tous les collaborateurs sont susceptibles de trouver et d'accéder aux documents nécessaires pour leurs activités.

Chaque collaborateur peut y déposer tout document acquis ou synthèse produite afin de le partager avec les membres des communautés auxquelles il appartient. L'accès aux communautés est retreint et se fait après accord des responsables de cette dernière (fonction attribuée aux managers). Cette plateforme est exploitée pour le partage de documents scientifiques et techniques, en particulier pour les synthèses de veilles brevets de la Propriété Intellectuelle, certains brevets de la concurrence, des documents fournisseurs (sur les composants, etc.) et fiches techniques.

La recherche de document se fait au sein des communautés ; l'absence de moteur de recherche thématique (par mots-clés) sur le portail est un frein à la consultation de documents sur une thématique, en particulier lorsque cette dernière est commune à plusieurs entités. Ainsi, un collaborateur peut consulter les documents relatifs à sa question au sein de sa communauté mais ne peut savoir si d'autres documents existent dans d'autres communautés auxquelles il n'a pas accès. Cette absence de moteur de recherche est un frein majeur à l'exploitation de cette base de connaissances par les collaborateurs.

Les serveurs partagés

Enfin, il convient d'évoquer une dernière forme de partage des connaissances interne au Département, les serveurs partagés. Ces serveurs sont mis à la disposition des collaborateurs du Département pour partager les documents relevant des activités en cours. Chaque affaire dispose d'un dossier dont l'accès est contrôlé ou non (si le niveau de confidentialité de l'affaire l'exige) dans lequel tous les documents sont répertoriés (documentation technique du système, échanges et réunions, documentation technique, etc.).

Les outils que nous venons de présenter constituent différents points d'ancrage des pratiques de gestion des connaissances existantes (ou du moins accessibles) au sein du Département Calculateurs. Cependant, il convient de s'interroger ici sur la pertinence de l'existence de deux systèmes parallèles de mémorisation : la plateforme TOL et les serveurs partagés. En effet, si l'objectif de la plateforme TOL est de centraliser l'ensemble des connaissances produites dans la firme et codifiées, alors pourquoi maintenir des serveurs partagés contenant eux aussi des connaissances codifiées sur les affaires (en cours ou terminées) ? Si la question des raisons expliquant de telles pratiques (et les usages réels) de mémorisation des connaissances au sein du Département Calculateurs n'a pas été traitée dans ces travaux de recherche, elle doit néanmoins être soulevée dans le cadre du déploiement de la capacité d'intelligence technologique. En effet, l'intelligence technologique est une capacité génératrice de connaissances nouvelles (tant celles constituées par les corpus de documents servant de bases aux analyses que celles des analyses elles-mêmes) et il convient de s'interroger sur la capitalisation et la mémorisation de ces connaissances.

Synthèse de la première section

En conclusion, cet état des lieux nous permet de préciser certains points déterminants pour notre projet de recherche

- premièrement, les managers de la Division et certains managers du Département sont familiers des procédés de veille ;
- deuxièmement, les procédés de veille identifiés traitent dans une large mesure des connaissances sur le marché et la concurrence ; pour la collecte structurée d'informations *via* le logiciel Digimind, la priorité est donnée aux sources Internet dont la pertinence est évaluée par les collaborateurs qui reçoivent la veille ;
- troisièmement, les bases de données structurées ne sont que partiellement exploitées pour la veille technologique qui se limite aux données des brevets ; les pratiques liées à leur exploitation sont de plus très corrélées à la discrétion du collaborateur qui a accès à ces bases, dans leur consultation et la diffusion d'informations. L'absence de connaissances en matière d'analyse des données brevets a été soulevée comme une faiblesse des pratiques actuelles par les CPI ;
- quatrièmement, l'acquisition et l'analyse de connaissances scientifiques et techniques provenant de l'extérieur de la firme sont soulignées comme un point faible actuel pour la définition des Politiques Produits. Si les managers relèvent la pertinence des informations marchés et concurrents reçues, les connaissances relatives aux projets en cours de développement amont chez les acteurs (concurrents, clients, partenaires scientifiques, techniques et académiques) sont insuffisantes.

Pour l'ensemble de ces raisons, nous avons choisi, en accord avec la Direction Technique, de nous concentrer sur les connaissances scientifiques et techniques de l'environnement. En abordant la connaissance comme un produit, nous avons alors défini plus précisément les contours de notre projet pour proposer une approche nouvelle de la gestion des connaissances scientifiques et techniques à destination des managers (qu'il s'agisse de ceux participant à la définition des Politiques Produits et de ceux encadrant les activités de R&T et de R&D) par l'intelligence technologique :

- premièrement, dans le cadre du déploiement des nouvelles Politiques Produits, renforcer la capacité à analyser les dynamiques scientifiques et techniques de l'environnement. Il s'agit ici d'accompagner les managers du Département dans leur prise de décision par l'analyse des tendances scientifiques et techniques de

l'environnement, la détection d'opportunités ;

- deuxièmement, il s'agit de dépasser les approches traditionnelles de la veille technologique en déployant une approche par la connaissance. La firme, ainsi que nous l'avons introduit dans le chapitre premier de ces travaux, est un processeur de connaissances issu des interactions entre les collaborateurs, des activités de production. L'apprentissage intentionnel tel que nous l'avons introduit par l'intelligence technologique dans le chapitre deux participe du processus de création de connaissances par l'apport de connaissances externes pour en créer de nouvelles. Là où l'objectif de la veille est d'informer, celui de l'intelligence technologique est de participer au processus d'apprentissage organisationnel par la création de connaissances en portant l'accent sur l'analyse et l'assimilation des nouvelles connaissances acquises.

Nous allons à présent détailler comment nous avons procédé, au sein du Département Calculateurs, au déploiement de la capacité d'intelligence technologique.

2. Le déploiement de la capacité d'intelligence technologique

Dans le chapitre deux, nous avons introduit le procédé d'intelligence technologique en décrivant ses trois fonctions principales : la compréhension des dynamiques scientifiques et technologiques des acteurs, l'identification des opportunités de collaboration et de partenariat de recherche et enfin la valorisation des activités internes de R&D et de PI.

Pour nos recherches au sein du Département Calculateurs et après entretien avec le Directeur Technique, nous avons concentré nos travaux sur le développement d'une fonction en particulier, celle de la compréhension des dynamiques scientifiques et technologiques au travers de l'analyse des acteurs du secteur.

Lors des entretiens présentés précédemment, nous avons mis en évidence l'existence de bases de données commerciales de brevets et de publications scientifiques auxquelles ont accès les collaborateurs du Département Calculateurs. Les managers rencontrés (PI, Marketing, IE, DT) ont souligné **qu'en dépit du besoin de connaissances sur l'environnement scientifique et technique, ces bases de données sont peu mobilisées et les connaissances accessibles sous-exploitées dans la prise de décision. De plus, l'outil de veille déployé ne couvre pas les bases de données scientifiques et techniques, ce qui réduit la vision offerte des dynamiques du secteur.** Sur ce constat, nous avons alors recentré l'approche de l'intelligence technologique sur les procédés bibliométriques d'analyse de bases de données structurées, en nous appuyant sur les outils déjà existants en interne : la base de données FamPat (de Questel) utilisée par la PI et la base de données de l'IEEE, IEEE Xplore. Ce choix a été motivé par les raisons suivantes :

- premièrement, les managers et ingénieurs sont familiers de la consultation de ces bases de données, pour ceux qui les utilisent. Ce point est un atout majeur dans le déploiement de notre dispositif puisque, en montrant quelles connaissances sont susceptibles d'être extraites et construites à partir de ces bases, nous augmentons nos chances de les sensibiliser à la démarche ;
- deuxièmement, les bases de données en question sont pertinentes pour l'évaluation des connaissances scientifiques et techniques du secteur. En effet, la base FamPat proposée par Questel est l'une des plus étendue (99 offices internationaux de brevets) et regroupe les brevets en famille, ce qui facilite la consultation. De plus, sa consultation par le logiciel Orbit® offre des possibilités de recherche intéressantes

(par mots-clés, déposants, inventeurs, codes CIB, numéro de brevets mais aussi la combinaison des requêtes) ainsi que la possibilité de sauvegarder les recherches. Pour les publications scientifiques en revanche, le constat est plus nuancé. La base de données de l'IEEE ne répertorie que les publications des conférences et revues scientifiques qui sont enregistrées auprès de cet institut. Or, après comparaison dans le cas d'une des études menées, il s'avère que nombre de conférences nouvelles, notamment celles des pays ayant développé leurs activités aéronautiques récemment (Chine, Inde, Afrique du Sud) ne sont pas répertoriées. Ce point est une limite dans la validation des connaissances extraites des études techniques réalisées.

Pour déployer cette capacité au sein du Département, nous avons procédé par expérimentation et itération. À cette fin, nous avons sélectionné avec le Directeur Technique des cas d'études parmi les Politiques Produits pour lesquelles nous avons procédé à une analyse de leur environnement scientifique et technique. Dans le chapitre trois, nous avons ainsi introduit les études techniques dont nous allons présenter les démarches de réalisation dans la section à venir.

2.1. Le processus d'acquisition des connaissances

Le premier processus de la capacité d'intelligence technologique, que nous avons introduite dans le chapitre deux, est celui par lequel la firme identifie dans son environnement les connaissances pertinentes pour sa stratégie et ses activités de R&T et R&D. En effet, pour résoudre un problème décisionnel, le décideur doit détenir une vue d'ensemble de son environnement, dans notre cas de son environnement scientifique et technique, pour appuyer sa décision cette dernière étant « singulière dans la mesure où elle engage un processus, des acteurs et engendre des irréversibilités » (Kislin, 2007, p. 95). Dans la conclusion de ses travaux de thèse, Pierre Kislin définit ainsi la fonction du décideur « le décideur a pour fonction propre d'agir sur les hommes et sur l'environnement afin de réaliser projets et plans. Il se caractérise par sa réceptivité et son ouverture au monde dont le problème décisionnel et l'apport d'informations en sont les portes et les fenêtres. Sa sensibilité est emprunte de mémoire, de culture et d'histoire. Son outil privilégié est le langage : formuler une demande, exprimer un jugement, ordonner, transmettre et prévoir » (p. 306). Mais dans le processus de veille, le décideur a également un rôle très important en tant qu'instigateur de la demande de recherche d'informations. Dans cette section où nous introduisons le protocole suivi pour le

déploiement de la capacité d'intelligence technologique au Département Calculateurs, nous allons présenter ce rôle lors des trois processus d'acquisition, d'analyse et d'assimilation des connaissances.

Bien que, dans notre contexte, nos propositions concernant le processus d'acquisition de connaissances ne constituent pas un apport majeur, nous allons introduire ici les moyens mis en œuvre pour répondre à la demande du Département. Notre démarche reposant sur l'exploitation de bases de données structurées, nous présentons dans une première sous-section la méthode d'exploration des bases de données scientifiques et techniques en précisant dans un premier temps leur intérêt pour notre étude avant d'aborder dans un deuxième temps les besoins en connaissances exprimés par la DT du Département.

2.1.1. L'approche de la recherche dans les bases de données structurées

La définition du besoin en connaissances

Le déploiement de la capacité d'intelligence dans le cadre des Politiques Produits s'inscrit, ainsi que nous l'avons rappelé dans le chapitre deux, dans une démarche d'apprentissage intentionnel du manager. En ce sens, le manager a identifié un besoin en connaissances précis pour orienter ses décisions. Dans notre cas d'études, les managers de la DT ont choisi d'orienter le déploiement de la capacité d'intelligence technologique vers l'analyse de la concurrence. En effet, le Directeur Technique a souligné dans notre entretien de septembre 2012 « *nous avons des concurrents que l'on connaît mais ce que nous ne savons pas, c'est ce qu'ils font. C'est un secteur plutôt secret. Le problème est que comme nos cycles de développement sont longs, il faut que l'on sache assez tôt si nos choix sont pertinents ou non. [...]* ». Lors de cet entretien, nous avons précisé les connaissances que la Direction Technique souhaite retirer des études techniques que nous allons mener. Ces connaissances sont directement liées à la compréhension des dynamiques scientifiques et technologiques de l'environnement mais avec en priorité la définition des stratégies des concurrents sur ces points :

- identifier quelles sont les orientations technologiques choisies par les concurrents pour résoudre un problème technique. En effet, les choix technologiques des avionneurs définis lors d'un programme laissent une marge de manœuvre plus ou moins large aux systémiers et équipementiers. Mais comme nous l'avons souligné, la baisse des budgets de défense et le coût des investissements de R&T par programme ont des

conséquences sur l'exploration des solutions techniques à un problème. Ce point explique le besoin de connaissances sur les orientations technologiques prises par la concurrence pour conforter une idée, s'assurer que la concurrence n'a pas déjà verrouillé une solution par des protections juridiques (brevets) pour ne pas dépenser inutilement le budget ;

- comprendre comment les acteurs du secteur construisent leur base de connaissances. Un autre point important du secteur avionique est la longévité des processus de développement et des produits. Cette longévité est liée aux avancements technologiques mais aussi aux prises de risques et paris techniques des avionneurs et systémiers du secteur. Or, face à la complexité des systèmes, un acteur seul ne détient désormais plus l'intégralité des connaissances nécessaires à la réalisation : il se spécialise et organise sa propre chaîne de valeur. Sur ce point, nous convenons également qu'il en est de même pour sa base de connaissances, qu'il complète au travers de collaborations scientifiques et techniques.

Une fois le besoin de connaissances défini, nous avons précisé les sources à exploiter pour répondre à la demande du Département.

Les bases de données structurées : l'intérêt des brevets et publications pour notre étude

L'intelligence technologique est une capacité à comprendre les dynamiques d'un environnement scientifique et technique et requiert pour cela la manipulation de sources de natures différentes. Dans notre chapitre trois, nous avons mis en évidence l'intérêt de l'usage des bases de données structurées (brevets et publications scientifiques en particulier) pour étudier un champ scientifique et technique en raison notamment de la fiabilité des connaissances (validation par les pairs ou organismes de dépôt), de leur importance dans la production d'une firme ou d'un centre de recherche (pour l'évaluation et la visibilité du rôle scientifique et technique de l'organisation) mais aussi pour leur rôle dans l'économie de la connaissance (flux de connaissances visibles par les transactions de brevets, mobilité et internationalisation de la recherche, contrats de coopération inter-organisations).

L'intérêt que nous portons à la mobilisation de bases de données structurées dans le cadre de ces travaux est également soutenu par l'hypothèse que les connaissances acquises de ces bases peuvent être d'une part, plus facilement analysées au travers de méthodes d'analyses

statistiques plus ou moins avancées. D'autre part, leur caractère structuré facilite l'intégration dans la base de connaissances de la firme et sa comparaison avec les bases de brevets et publications scientifiques qui représentent la production interne. De plus, les connaissances extraites des bases de données recouvrent une majeure partie des connaissances scientifiques et techniques sectorielles, facilement accessibles (codifiées) et donc exploitables par les firmes pour leurs activités.

2.1.2. L'identification des connaissances pertinentes : le rôle de l'expert

Quelle expertise requérir pour construire les requêtes ?

Ainsi que nous l'avons souligné en introduction, la particularité du secteur avionique qui impacte les activités du Département Calculateurs est sa dépendance technologique des secteurs électronique et aéronautique. En conséquence, en plus du manager et de l'analyste-expert en intelligence technologique, les ingénieurs et cadres du secteur sont déterminants dans le processus d'extraction des connaissances puisqu'ils ont seuls la capacité et la légitimité pour reconnaître l'utilité des connaissances identifiées dans le secteur dans les bases de données de brevets et de publications scientifiques.

De fait, nous avons collaboré avec *a minima* un expert pour chaque système et chaque technologie étudiés. Ainsi, lors d'une première réunion de présentation de la démarche, l'expert est mobilisé pour introduire le système et ses particularités technologiques. De cette présentation l'analyste spécialiste en intelligence technologique extrait un certain nombre de termes clés qui servent à la construction des requêtes. Puis, l'expert est à nouveau sollicité lors d'une ou plusieurs réunions en suivant pour conclure sur la pertinence des premiers relevés de données (recueillies à partir des requêtes) afin d'évaluer si ces dernières sont pertinentes pour la recherche, si l'ensemble du domaine étudié (système ou technologie) est bien couvert.

Lors de l'étude des Systèmes 1 et 2, trois entretiens ont été nécessaires avec les experts pour valider les requêtes, les mots-clés et s'assurer de la couverture du domaine. En revanche, dans le cas de l'étude du Système 3 l'expert mobilisé est également CPI de son domaine. Dans le cas des études portant sur les technologies, la même méthodologie a été appliquée pour le recueil des données. Cette fois-ci, nous avons mobilisé les CPI sur les études des Technologies A et C.

Nous avons ainsi pu constater que la familiarité du CPI avec les brevets est un atout majeur dans la recherche de données puisqu'il connaît déjà les termes exploités (en langage juridique) dans les brevets de son domaine. De plus, ainsi que nous l'avons souligné dans notre analyse préliminaire des pratiques, les CPI ont pour la plupart déjà établi des veilles technologiques pour collecter les brevets déposés sur leur périmètre. Ainsi, pour les études sur lesquelles un expert du domaine et CPI a été mobilisé, le temps nécessaire à la phase de collecte des données (définition des mots-clés et validation des requêtes après étude des premières extractions) s'est avéré beaucoup plus court que lorsque l'expert mobilisé n'est pas un spécialiste des données de brevets. Enfin, les connaissances acquises au contact des experts sur les systèmes et technologies ainsi que la définition des requêtes pour explorer les bases de données brevets servent également à l'interrogation des bases de données de publications scientifiques.

Observation 1 : au-delà de l'expertise de l'ingénieur, l'appui sur le réseau des CPI à la fois experts du domaine et familiers des documents brevets semble plus pertinent dans le cadre d'une démarche d'intelligence technologique.

Le mode d'extraction de données choisi : le format .xls

Une fois ce travail préliminaire effectué, l'analyste expert en intelligence technologique peut collecter les données brevets et publications scientifiques. Sa démarche de collecte de données s'inscrit dans un cadre précis défini par l'interrogation initiale du manager : selon la question posée, l'analyste procède à une extraction ciblée des données, dans un format lui permettant d'exploiter et de traiter ces données pour en extraire de nouvelles connaissances.

Dans le cadre de nos études, notre démarche visait à explorer statistiquement les données pour en tirer des tendances générales sur les dynamiques scientifiques et technologiques. Ce traitement statistique a été réalisé en respectant les conditions du terrain de recherche et les outils à notre disposition au sein du DC. La méthode de traitement retenue pour ces études a été le traitement statistique au moyen du logiciel Excel pour les raisons suivantes :

- premièrement, Excel est un logiciel tableur permettant l'analyse statistique et dont l'utilisation est largement répandue dans les firmes. Les managers et experts sont

coutumiers de son utilisation et suivent des formations avancées pour cela, en particulier dans le cadre des planifications des programmes de développement ;

- deuxièmement, nous avons souhaité respecter une des demandes initiales qui concerne la simplicité d'utilisation de la capacité d'intelligence technologique par les ingénieurs et managers, son déploiement dans d'autres Départements, ainsi que son implantation facile au sein des processus existants. De fait, nous avons dès le départ choisi d'écarter des logiciels de traitement statistique plus complets tels que R ou Stata, dont l'utilisation requiert une formation à la manipulation du logiciel et à l'analyse statistique complexe (économétrie ou analyse multivariée type ACP).

2.2. La construction du processus d'analyse

Nous allons ici revenir sur le processus d'analyse déployé au sein du Département en présentant tout d'abord les indicateurs mobilisés pour analyser les informations de brevets et de publications scientifiques. Les enjeux du déploiement de cette démarche d'analyse pour le Département sont :

- d'apporter de nouvelles connaissances par la manipulation des informations contenues dans les brevets et publications scientifiques et de montrer tout leur potentiel dans une démarche d'analyse stratégique de l'environnement ;
- d'élaborer un processus pérenne pour l'étude d'autres Politiques Produits, facile à incrémenter afin de poursuivre la démarche et transférable au sein d'un autre Département.

Pour construire le processus d'analyse, nous nous sommes appuyés sur l'ensemble des travaux des évolutionnistes et précisément ceux ayant évalué le potentiel des informations contenues dans les brevets et les publications scientifiques pour la compréhension des dynamiques sectorielles et des connaissances (Griliches, 1990). La littérature en sciences économiques a ainsi contribué au développement de nombreux indicateurs que nous avons ici expérimenté pour étudier le secteur avionique (OCDE, 2009). Les brevets et publications scientifiques ont à la fois une valeur technique, au travers des innovations et procédés nouveaux qu'ils décrivent, mais aussi une valeur stratégique par l'ensemble des informations plus administratives et juridiques sur la stratégie d'un acteur (Hall et al., 2005). Cependant, peu d'études présentent encore un rapport détaillé de l'ensemble des indicateurs existants et disponibles pour aider les acteurs à analyser plus finement les documents de brevets et de

publications scientifiques en vue d'en tirer de nouvelles connaissances sur les dynamiques d'un acteur, d'un secteur ou d'un territoire (nous retenons ici deux synthèses, celle de l'OCDE (2009) et celle de Porter et Cunningham (2004)).

C'est précisément à la valeur stratégique du document que nous nous intéressons lorsque nous évoquons la capacité d'intelligence technologique et son processus d'analyse. Nous allons ici revenir sur les points d'analyse que explorés dans le cadre de notre travail et les indicateurs associés qui nous ont aidé à répondre aux besoins en connaissances formulés plus haut par les managers du Département.

2.2.1. Comprendre et analyser un domaine technologique

Le premier grand domaine de connaissances sur la compréhension du secteur avionique concerne l'étude de sa structure technologique, c'est-à-dire l'identification de l'ensemble des champs technologiques couverts par les acteurs du domaine. Il existe plusieurs approches dans la littérature en termes d'indicateurs construits à partir des informations contenues dans les brevets et publications scientifiques.

La Classification Internationale des Brevets (CIB)

Un des premiers indicateurs que nous avons mobilisé dans ces travaux est la Classification Internationale des Brevets, ou CIB. Établie en 1971, cette Classification s'applique à l'ensemble des brevets déposés quel que soit l'office de dépôt ce qui facilite la couverture d'un domaine technologique à l'échelle mondiale.

L'exploitation des codes CIB permet ainsi d'identifier les tendances sur une technologie, par un recensement du nombre de brevets déposés par an par classe. Les connaissances obtenues par l'utilisation de cet indicateur sont importantes pour déterminer si la technologie est dynamique à la fois en termes de dépôt (activité de dépôt soutenue) et en termes de recherche (nouvelles niches technologiques identifiées à partir de cette technologie par exemple). Il est aussi intéressant de considérer la capacité de la technologie à diffuser en dehors du secteur adressé à l'origine, en s'intéressant aux secteurs d'origine des acteurs qui déposent dans cette technologie. La notion de diffusion est importante car plus une technologie est dite diffusante, plus les évolutions qu'elle subira auront d'impact sur les évolutions de nombreux secteurs.

Nous avons ainsi procédé à l'identification du spectre technologique du secteur avionique en détectant tous les codes dans lesquels les acteurs majeurs du secteur ont déposé depuis 1980, en nous attachant à identifier les changements, notamment ces dernières années (cas de l'étude 0).

Identifier les zones géographiques influentes sur une technologie

Un deuxième aspect de l'étude d'un domaine technologique que nous avons abordé dans ces travaux concerne l'identification des zones géographiques où la technologie est particulièrement exploitée. Cet aspect peut être abordé à la fois par les informations contenues dans les brevets et par celles contenues dans les publications scientifiques.

Pour cartographier les aires technologiques, la littérature académique recommande l'usage des adresses personnelles des inventeurs et publiants afin de se prémunir de biais liés à l'influence des maisons-mères ou des pays de priorité dans les dépôts de brevets (OCDE, 2009)²². Cependant, si les bases de données mobilisées par les chercheurs académiques pour étudier empiriquement ces dynamiques géographiques inventives disposent de ce niveau de précision, ces informations ne sont pas toujours disponibles dans les bases de données commerciales utilisées par les acteurs privés. Pour nos études, les bases de données FamPat (Orbit®) et IEEE Xplore ne permettent pas d'avoir accès à ce niveau de granularité dans les informations de brevets et de publications scientifiques.

Face à cette contrainte majeure, nous avons défini un niveau de granularité intermédiaire entre l'adresse de l'inventeur et le pays de priorité (pour les brevets) en retenant la nationalité de l'organisation comme critère pour attribuer la nationalité au document (la firme s'il s'agit d'un acteur privé et le laboratoire de recherche dans le cas des organisations publiques). Nous sommes cependant conscients des limites d'une telle démarche puisque le biais des stratégies de dépôts internes concernant les filiales des groupes multinationaux (dépôts à l'adresse de la maison mère) n'est pas résolu.

²² Dans le cas des dépôts de brevets, certaines firmes ont pour politique de regrouper l'ensemble des dépôts sous l'affiliation de la maison-mère, ce qui, dans le cas des multinationales ayant des activités différentes réparties dans le monde, ne permet pas d'évaluer au plus juste la localisation de leurs activités inventives (Debackere et al., 1999). De même, certaines études ont montré empiriquement que l'usage du pays de priorité dans les dépôts de brevets pour représenter la nationalité du brevet présente un biais majeur lié à la stratégie de dépôt. En effet, certaines organisations privilégient les dépôts dans les zones géographiques liées à leurs activités commerciales et non liées à leurs activités de recherche.

2.2.2. Identifier et étudier les trajectoires inventives d'une organisation

L'étude de la trajectoire inventive d'une organisation (firme ou centre de recherche) s'évalue à plusieurs niveaux. Dans la plus simple mesure, un comptage du nombre de brevets et de publications scientifiques que détient un acteur sur un domaine technologique montre son intérêt et son investissement scientifique et technique pour le domaine. Ce premier niveau d'indicateur requiert cependant un travail de comparaison de l'acteur étudié avec d'autres concurrents sur le même domaine.

Mais des indicateurs plus complexes permettent d'approfondir ce premier niveau d'analyse et de porter un regard plus stratégique sur la trajectoire inventive d'une firme.

L'étendue d'un portefeuille de brevets

Comme nous l'avons souligné plus haut, la CIB permet l'analyse d'un domaine technologique. Mais il est également possible de comprendre l'évolution de la stratégie d'un acteur et de renvoyer une image de l'étendue du champ technologique maîtrisé en suivant les aires technologiques couvertes par ses dépôts de brevets :

- l'évolution du nombre de dépôts par classe technologique ;
- les changements d'orientation technologique, par l'étude des apparitions et disparitions de CIB dans le portefeuille d'un acteur.

L'exploitation de ces informations permet d'identifier quels sont les domaines scientifiques et technologiques couverts par un acteur, ceux qui ont le plus d'importance pour sa stratégie et ceux dans lesquels il a cessé d'investir. Pour une firme, connaître précisément le périmètre technologique de son secteur et des acteurs lui permet de définir si sa stratégie est conforme aux évolutions actuelles. Par cette démarche la firme porte un regard en particulier sur les nouvelles technologies émergentes dans le secteur afin d'identifier des niches technologiques encore inexploitées et d'en évaluer les opportunités pour ses activités. Il s'agit également de comparer sa position à celle de ses concurrents pour s'assurer de bien percevoir leur stratégie et d'en exploiter les faiblesses.

Pour cela, nous avons étudié les positions des concurrents selon une cartographie en radar présentant, pour l'ensemble du champ technique avionique décrit dans l'étude 0, les positions de chaque firme en 1980, 1995 et 2005 (voir chapitre cinq).

Dans le cas des publications scientifiques, un comptage simple du nombre de publications est un indicateur de l'activité de recherche et technologie d'une firme. Dans notre cas, nous avons affiné ce comptage en traitant ce point d'analyse par système et technologie étudié afin de préciser le périmètre couvert par les investissements des firmes dans la R&T.

La valeur de son portefeuille de brevet et de publications scientifiques

D'autres indicateurs statistiques s'intéressent à la valeur d'un portefeuille de brevets et de publications scientifiques. L'intérêt porté par les analystes à ces indicateurs renvoie à la nécessité d'évaluer la production scientifique d'une firme ou d'un centre de recherche en estimant la portée de ces travaux pour le champ technologique investi (Jaffe et Trajtenberg, 2005 ; Hall et al., 2005). De récentes controverses amènent les chercheurs à nuancer la validité de l'indicateur, en raison notamment des politiques de citations de chaque office²³ (Cotropia et al., 2013). Cependant, les citations restent un indicateur privilégié par les chercheurs pour évaluer un portefeuille de brevets.

Un des indicateurs de la valeur du brevet ou de la publication scientifique est le nombre de citations reçues par le document. Les citations sont un indicateur utilisé fréquemment par les chercheurs pour étudier :

- la valeur d'un brevet ou d'un portefeuille de brevets ;
- les flux de connaissances (*knowledge spillovers*) entre firmes et secteurs pour évaluer la capacité d'une technologie à se diffuser.

Dans les cas d'études présentés dans ce travail, nous avons mobilisé les citations de brevets pour estimer le poids d'un acteur (de son portefeuille) dans le domaine technologique étudié. Pour cela, nous avons, pour chacun des portefeuilles de brevets déposés par les cinq acteurs,

²³ Par exemple, certains offices mènent des recherches approfondies par les spécialistes sur l'art antérieur au moment de l'examen du brevet alors que d'autres privilégient l'expertise du déposant, ce dernier devant signaler tout document de l'art antérieur lié à son invention.

examiné les citations reçues sur une période de cinq années suivant l'année de dépôt²⁴. Ensuite, nous avons agrégé les citations pour comparer les firmes entre elles.

Un autre indicateur reposant sur l'examen des citations est le rapport entre le nombre de citations faites par une firme rappelant son propre portefeuille et le nombre total de citations. L'analyse de la part d'autocitation fournit des connaissances importantes sur la capacité d'un acteur à exploiter ses connaissances antérieures pour innover (Jaffe et Trajtenberg, 2005 ; Moed et al., 2005). La méthode de comptage des autocitations est identique à celle des citations précédemment introduite mais nous avons insisté sur un deuxième niveau dans nos études, en comparant le taux d'autocitation des firmes au taux de citation des brevets des concurrents identifiés (parmi nos cinq firmes). Nous avons ainsi estimé le degré d'exploitation des brevets de la concurrence directe dans les brevets déposés tout au long de la période, ce qui nous permet de juger de la proximité scientifique et technique entre ces acteurs sur le secteur. La concentration forte de la concurrence sur le secteur avionique rend cet indicateur pertinent pour identifier des influences scientifiques et techniques que d'autres indicateurs (comptage des citations par exemple) ne peuvent identifier.

Estimer la pérennité des forces en présence

Enfin, un dernier critère pour évaluer l'importance d'une firme pour le développement d'un domaine technologique est l'estimation de la pérennité de son activité inventive dans la période étudiée. En effet, dans l'étude du positionnement d'une organisation au regard du développement d'une technologie, il nous paraît important de déterminer si un déposant jugé majeur par la volumétrie de ses brevets est toujours « en activité » dans la recherche sur cette technologie. Dans les secteurs fonctionnant en cycles de développement longs comme l'aéronautique et l'avionique, le choix d'un acteur d'investir ou de se désengager d'une technologie sur du long terme peut signifier un changement important pour la place de cette technologie dans les programmes à venir (par exemple signifier son remplacement par une technologie de substitution). De même, la capacité d'un acteur à entretenir ses connaissances et contribuer au développement d'une technologie par une activité inventive constante peut également expliquer sa position dans le jeu concurrentiel.

Pour étudier cet aspect, nous nous appuyons sur une estimation de la pérennité de ses dépôts sur la période en calculant le rapport entre la moyenne d'âge du portefeuille et la volumétrie

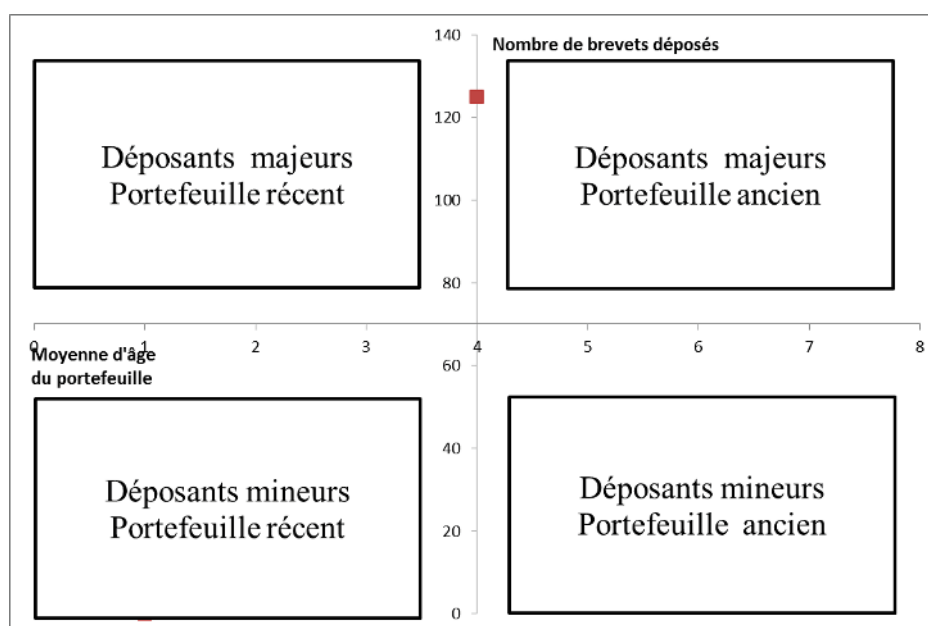
²⁴ Par exemple, pour les brevets déposés par la firme 1 sur le Système 1 en 1995, nous avons examiné les citations reçues par les brevets sur la période 1995-1999.

des brevets déposés. Cet indicateur est utilisé pour déterminer si l'organisation étudiée est un acteur ancien ou récent sur le domaine et l'intensité de son investissement (Ernst, 2003 ; Fabry et al., 2006). Nous calculons ainsi les coordonnées d'un point (acteur) représenté sur la Figure 16 par le point rouge :

- les coordonnées x sont calculées d'après la moyenne d'âge du portefeuille de brevets de l'acteur (dans notre exemple, 4 ans) ;
- les coordonnées y sont déterminées d'après le volume de brevets déposés au total sur la période étudiée (ici, 120 brevets).

La représentation des axes principaux est établie d'après le calcul de la moyenne d'âge des portefeuilles de brevets (x) et la moyenne volumétrique des dépôts de brevets de l'ensemble des acteurs étudiés sur la période (y).

Figure 16 Estimation de l'activité inventive d'un acteur



Source : auteur.

L'exploitation de cet indicateur est utile pour identifier les acteurs présentant un volume important de brevets mais sur une période de dépôt plutôt ancienne (par rapport à la moyenne d'âge des acteurs étudiés) susceptible d'indiquer un retrait de l'acteur et l'abandon des

activités de R&D. *A contrario*, l'examen peut également souligner l'investissement récent d'acteurs dont le volume de dépôt est encore faible (par rapport à la moyenne des dépôts des acteurs étudiés) en raison d'un intérêt récent pour la technologie. Dans les deux cas, l'analyse doit être complétée par une étude plus approfondie des portefeuilles portant sur les années récentes afin de déterminer si leurs positions sont bien conformes aux tendances observées, en particulier s'il s'agit d'évaluer l'entrée ou la sortie de concurrents.

2.2.3. Analyser les réseaux de collaborations

Ainsi que nous l'avons précédemment évoqué, dans les secteurs de développement de systèmes complexes les firmes organisent leurs activités de production autour d'une chaîne de valeur reliant plusieurs partenaires. Mais la complexité des développements de tels systèmes et l'incapacité des acteurs à explorer l'intégralité des opportunités technologiques dans le cas du secteur avionique nous amène à nous intéresser à la gestion des activités de R&T et R&D et plus particulièrement aux collaborations établies en ce sens. Plusieurs travaux de recherche, empiriques et théoriques, ont ainsi montré l'intérêt des collaborations scientifiques entre organisations (que ce soient des partenariats publics-privés ou unilatéraux) pour la performance des firmes (Mowery et al., 1998 ; Gulati et al., 2000). De même, de nombreuses études empiriques ont démontré l'intérêt de l'analyse des réseaux de collaborations des acteurs pour comprendre leur stratégie inventive en particulier hors des frontières de la firme (Chesbrough, 2006 ; Christensen et Raynor, 2003).

Dans notre effort de compréhension des dynamiques scientifiques et technologiques du secteur avionique, nous avons abordé cet aspect en nous intéressant précisément aux collaborations des firmes dans la phase amont de recherche, par l'exploration des réseaux de collaborations *via* les publications scientifiques. Par l'analyse des réseaux de collaborations, nous précisons ainsi les connaissances sur les stratégies des acteurs sur les points suivants :

- l'importance de leur démarche d'innovation ouverte, par l'examen du nombre de partenaires de recherche ;
- la nature de cette activité collaborative, en relevant le rapport entre le nombre d'acteurs du secteur privé et du secteur public impliqués dans les activités collaboratives.

Dans cette démarche, nous avons mobilisé l'outil de représentation cartographique Gephi (Bastian et al., 2009) afin de présenter visuellement et synthétiquement les réseaux de collaboration des acteurs sur les systèmes et domaines technologiques étudiés.

2.3. L'appropriation des connaissances

Enfin, le processus d'assimilation des connaissances qui clôt le déploiement de la capacité d'intelligence technologique est le processus par lequel la firme intègre les connaissances nouvelles dans sa base de connaissances. Cependant, les instruments d'évaluation de l'action de ce processus restent insuffisants à l'heure actuelle pour étudier son effectivité dans la firme.

C'est pour cette raison que, pour étudier le processus d'assimilation des connaissances dans notre cas d'étude, nous nous sommes appuyés sur les retranscriptions des Comités de Pilotage et des restitutions des études aux équipes d'experts. Ces retranscriptions nous ont fourni d'importants retours sur la valeur des connaissances acquises et leur utilité tant pour les décideurs que pour les ingénieurs experts mobilisés durant ces études.

2.3.1. Vers un processus créateur de connaissances nouvelles

Dans notre approche critique du cadre de conversion de la connaissance introduit par Nonaka et Takeuchi (1995), nous avons mis en évidence le peu de considérations pour l'acquisition intentionnelle de connaissances externes. Cet aspect est ici partiellement introduit par l'intelligence technologique, dont la finalité est l'identification et la création de connaissances sur les dynamiques scientifiques et technologiques servant la prise de décision et les activités de recherche et développement.

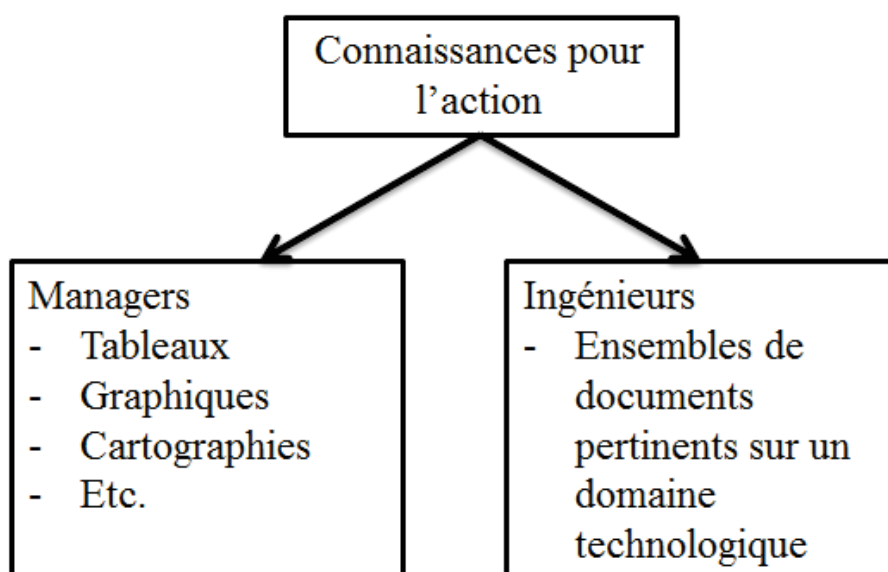
L'exercice du processus d'intelligence technologique consiste en la détection en l'environnement de connaissances détenues par d'autres acteurs, codifiées et largement diffusées au moyen des brevets et publications scientifiques. Dans ce processus, l'analyste est responsable de l'extraction et de la manipulation des indicateurs bibliométriques que nous venons d'introduire qui lui permettent de représenter la connaissance externe qu'il vient d'acquérir. L'aboutissement du processus d'analyse est la génération, à partir de ces informations, de connaissances pour l'action nouvelles sur les orientations scientifiques et technologiques des concurrents d'une part et sur les technologies d'autre part. Mais pour que ces dernières soient créées, l'intervention de l'utilisateur final est indispensable.

Dans le premier cas, les connaissances créées guident les managers dans la compréhension des choix technologiques des concurrents ce qui requiert des connaissances représentées sous forme de synthèses, d'indicateurs ou toute forme déjà familière au manager (tableaux, graphiques) (Figure 17). Dans le cas des études des Systèmes 1 à 3 et de la Technologie B,

nous avons ainsi exclusivement manipulé ces modes de représentation et recueilli les commentaires des managers sur la représentation des trajectoires technologiques, l'usage des classifications doit être complété par du langage interne. Ainsi, lors de la discussion autour des résultats de l'étude 1, le manager et l'expert ont relevé « *on ne voit pas à quoi cela correspond, il y a plein de choix possibles sur cette techno et ce serait plus simple pour nous si on pouvait faire le lien avec un programme en cours ou alors avec nos propres mots* ».

Le besoin de contact avec les informations techniques contenues dans les brevets et publications scientifiques fait émerger un deuxième type de connaissances créées, constitué des corpus de documents eux-mêmes. Dans le cas des études des Technologies A, B et D, l'analyse bibliométrique a fait émerger les comportements singuliers d'acteurs pour lesquels les ingénieurs experts ayant participé ont souhaité accéder aux documents initiaux. En particulier, la demande a été formulée dans ces cas-là pour l'examen des publications scientifiques. En effet, lors de l'étude de la Technologie B, l'ingénieur expert a ainsi demandé « *je ne pensais pas qu'ils avaient autant de publications... Mais ils publient sur quoi ?* ». En effet, dans le cas des publications scientifiques où l'absence de possibilité de classement (comme pour les brevets par la CIB) empêche l'analyse plus approfondie des tendances technologiques, le recours aux documents en eux-mêmes est nécessaire pour les ingénieurs et experts.

Figure 17 Extraction des connaissances par l'analyse selon la cible interne



Source : auteur.

De plus, à la lecture des publications scientifiques, l'ingénieur-expert est en capacité d'établir un lien entre une publication et un brevet, permettant ainsi d'identifier une continuité dans l'activité de R&T et celle de R&D chez un acteur. L'identification de telles tendances est déterminante pour comprendre la stratégie scientifique et technique suivie par un acteur pour les programmes à venir.

Observation 2 : dans le processus d'analyse, l'expert joue un rôle essentiel dans la mise en relation des connaissances créées entre elles pour donner une signification à ces dernières.

2.3.2. L'exploitation des résultats pour l'aide à la décision

En premier lieu, nous nous sommes attachés à « évaluer » l'intérêt des connaissances apportées par le processus d'intelligence technologique pour, d'une part, l'aide à la décision des managers et d'autre part, les activités de R&D des experts que nous avons mobilisés.

Cas de l'étude du Système 1

Les résultats de l'étude du Système 1 ont été restitués aux experts par présentation orale de trois heures durant lesquelles les experts ont confronté les nouvelles connaissances issues des études avec leurs propres connaissances du système.

Concernant les dynamiques technologiques et les orientations stratégiques suivies par la concurrence à ce sujet, les experts ont été plutôt surpris lorsque nous avons montré que les acteurs semblaient porter plus d'attention au développement des fonctions et à l'intégration du système dans l'appareil. Selon eux, il semble difficile d'envisager que les acteurs puissent se désengager de la recherche sur les solutions matérielles en raison des risques liés aux dernières technologies. La demande ultérieure des experts a été d'examiner les documents (brevets et publications scientifiques) des principaux concurrents afin de pouvoir confirmer cette tendance.

Sur ce point, les remarques convergent avec celles du manager ayant commandé l'étude. Pour le manager, les cartographies des acteurs ont confirmé des faits connus tels que les principaux acteurs travaillant sur le système, notamment le rôle des avionneurs Airbus et Boeing ainsi que les firmes 1 et 2 « *c'est normal qu'Airbus et Boeing soient leaders. C'est un système très critique et ils en spécifient les moindres détails avant de [nous] les confier* ». Cette remarque

nous a par la suite amené à nous intéresser au rôle des avionneurs dans le développement de la base technologique du système²⁵. L'attention des managers a été retenue par les cartographies des réseaux mettant en évidence les collaborations entre les acteurs (avionneurs et concurrents) et les universités. Alors que ces principaux acteurs et concurrents sont parfaitement identifiés, l'existence de tels réseaux était inconnue des managers et la mise en évidence de ces derniers a suscité de nombreuses interrogations. En particulier, la construction de réseaux de recherche importants autour des universités chinoises sans acteur industriel impliqué dans le réseau.

Cas de l'étude du Système 2 et de la Technologie B

Les cas d'études du Système 2 et de la Technologie B ont été illustratifs des apports en connaissances issues de l'extérieur de la firme pour guider à la fois les managers et les ingénieurs sur les tendances technologiques. Ces études ont fait l'objet de restitutions conjointes auprès :

- des experts impliqués dans l'équipe-projet ;
- de la Direction Technique du Département.

Puis à la demande de cette Direction :

- de la Direction Technique Centrale de la Division ;
- des Comités Techniques Transverses en charge des réflexions sur l'orientation des développements technologiques des systèmes.

Lors des restitutions auprès des experts et de la Direction Technique du Département, l'importance des connaissances apportées par l'étude sur les choix technologiques des concurrents et en particulier, la mise en évidence de divergences dans le comportement des acteurs a cristallisé les discussions. En particulier, l'écart entre les orientations technologiques des principaux acteurs a justifié la présentation des résultats aux managers de la Direction Technique Centrale de la Division. Ainsi, les connaissances produites dans ces études ont servi à la fois au niveau du Département et de la Division.

En parallèle, l'évaluation des connaissances relevant des fondements techniques des stratégies des acteurs a également dépassé le cadre du Département pour être soumise au niveau des Comités Techniques Transverses à la Division.

²⁵ Nous traitons ce point dans le chapitre cinq (2.3.4).

Cependant, deux limites majeures de l'évaluation du processus d'absorption des connaissances ont été rencontrées dans cette étude :

- la première est que le processus d'évaluation de la pertinence de ces connaissances pour la construction des stratégies échappe ici au chercheur dans la mesure où ce dernier n'est pas impliqué au-delà de la présentation des résultats. En effet, le Directeur Technique du Département est seul convié aux réunions de la Direction Technique Centrale lors desquelles il a restitué ces résultats ;
- la deuxième limite majeure tient à la confidentialité et la longueur des processus de prise de décision au niveau de la Direction Technique qui implique un nombre restreint d'experts.

Ainsi, malgré l'intérêt porté à la restitution de ces résultats et les sollicitations tant au niveau du Département que de la Division, nous ne sommes pas encore en mesure de présenter ici des éléments concrets d'intégration des connaissances produites dans le processus de prise de décision ou les activités de R&D. En effet, nous manquons du recul (en termes de temps) nécessaire à l'observation de cette intégration qui s'inscrit dans les perspectives d'approfondissement de ce travail de thèse.

Cas de l'étude de la Technologie D

Si les trois cas précédents montrent toute la difficulté d'évaluer l'absorption des connaissances extraites du processus d'analyse bibliométrique des documents, le cas de l'étude de la Technologie D nous a permis d'observer ce niveau d'intégration.

Le cas d'étude s'inscrit dans le cadre d'une analyse plus large menée sur cette technologie au sein du groupe et portée par l'expert avec lequel nous avons collaboré. Cette technologie suscite l'intérêt des acteurs des secteurs aéronautique et avionique depuis 2009 ce qui implique qu'une part importante des résultats des travaux menés est encore au stade de l'étude amont. En conséquence, le volume de documents (brevets et publications scientifiques) est faible.

Lors de l'analyse statistique, nous avons mis en évidence que plusieurs acteurs du secteur, tant concurrents qu'avionneurs, travaillaient sur cette technologie. Cependant, afin d'évaluer la pertinence des données collectées, l'expert a procédé à une analyse du contenu des documents par lecture intégrale. Au travers de ce deuxième niveau d'étude, l'expert a confronté ses propres connaissances techniques de la technologie et des stratégies des acteurs aux choix technologiques que laissent apparaître les documents. Puis, il nous a fait part lors

d'une réunion de restitution de deux heures de ces retours sur la lecture des documents en montrant les différences entre l'avancement du groupe et de la concurrence.

À ce stade, nous pouvons justifier de l'apport des connaissances extraites de l'analyse de l'environnement à un projet interne dans le cas de la technologie D. La mise en avant des résultats de l'étude notamment des connaissances acquises sur les travaux des acteurs dans les documents du projet montrent l'importance de ces connaissances pour la progression des activités de recherche sur cette technologie.

2.4. Évaluer la question du transfert de la capacité à d'autres Départements

Au travers du déploiement de la capacité d'intelligence technologique au sein du Département nous souhaitons, outre valider son importance pour l'aide à la décision managériale et sa contribution aux activités inventives des experts, mettre en perspective son application dans le cadre des processus actuels du Département, et son potentiel d'exploitation par d'autres.

Cette dernière sous-section vient apporter des éléments de réponse quant à l'interaction de la capacité d'intelligence technologique avec les autres processus d'analyse de l'information scientifique et technique existants. Dans la première section, nous avons mis en avant le rôle joué par la Direction de la Propriété Intellectuelle et son réseau de Correspondants dans l'observation des dynamiques scientifiques et technologiques du secteur avionique.

Le choix d'exploiter le réseau des CPI pour tester le déploiement de la capacité d'intelligence technologique a été motivé par :

- l'existence de ce réseau d'experts techniques et PI, avec un correspondant identifié pour chaque Département, et de processus liés aux activités de Propriété Intellectuelle communs et gérés par la même Direction ;
- sa reconnaissance à la fois par les managers et les experts comme source de connaissances scientifiques et techniques et sa maîtrise des compétences relatives du contenu (notamment juridiques pour les brevets) ;
- les témoignages de ces CPI sur leurs pratiques en matière de veille technologique et leurs compétences en recherche d'information scientifique et technique sur leur domaine.

Afin de témoigner de l'opérationnalité du procédé d'intelligence technologique et de son application à d'autres domaines techniques au sein de la Division, nous avons travaillé en collaboration avec des équipes constituées des CPI d'un autre Département pour y intégrer l'intelligence technologique. Pour cela, nous avons constitué une équipe dans le Département et travaillé avec eux autour d'un questionnaire sur une ligne de Produits.

Nous présentons ici les résultats observés lors du déploiement en deux temps. Dans un premier temps, nous présentons le cadre du Département dans lequel nous avons procédé au transfert ainsi que l'étude ayant servi de support. Dans un deuxième temps, nous présentons un bilan de cette expérimentation afin de valider les propositions théoriques désignant l'intelligence technologique comme une capacité dynamique.

2.4.1. Présentation de l'étude et du cadre de réalisation

Fin 2014, suite aux présentations de la démarche adoptée au sein du Département Calculateurs et des résultats des études, le CPI du Département Missions & Fonctions nous a fait part de son intérêt pour l'intelligence technologique. Nous avons alors proposé, en accord avec le Comité de Pilotage, d'exploiter cet intérêt pour tester le déploiement de la capacité sur un autre Département. En justifiant d'un transfert, réussi ou non, nous cherchons à évaluer l'opérationnalité de cette capacité.

Le protocole d'expérimentation suit la démarche scientifique retenue pour le déploiement de la capacité d'intelligence technologique et respecte le protocole établi précédemment pour la réalisation des études au niveau de la constitution de l'équipe mais le statut des membres diffère :

- deux experts-CPI au Département Missions & Fonctions pour lequel ils ont en charge la propriété intellectuelle (CPI). De fait, ils cumulent à la fois des connaissances et compétences sur les domaines technique, juridique et sur les métadonnées contenues dans les brevets (comme les codes de la Classification, les termes clés, etc.) ;
- un stagiaire du Département prend en charge la démarche d'analyse statistique ;
- le doctorant chercheur guide le déroulement du déploiement de la capacité d'intelligence technologique à chaque étape et est garant du respect du protocole d'étude.

Le déploiement a été réalisé entre février et mai 2015, période au cours de laquelle nous avons impliqué les experts-CPI à la fois dans la construction du portefeuille de documents à analyser et dans l'analyse, par une participation active à la démarche. Cette participation active s'est traduite par la présence de l'expert lors de l'analyse des données, de la mobilisation des indicateurs et de l'interprétation des résultats statistiques.

Lors d'une première réunion de trois heures, nous avons établi le protocole d'expérimentation en expliquant la démarche attendue de chacun des participants et les conditions de réalisation. Nous avons ainsi convenu du choix de l'étude, celle de la Technologie A, comme support au déploiement de la capacité d'intelligence technologique en raison de son importance dans les lignes de Produits du Département. À cette occasion, les experts nous ont donné les principales clés de compréhension de cette technologie notamment son utilisation dans les systèmes actuels et son potentiel de développement dans les programmes à venir.

2.4.2. Discussion : synthèse des facteurs de réussite et d'échec du déploiement

Durant ces quatre mois, nous avons participé en tant qu'observateur au déploiement de la capacité d'intelligence technologique au sein du Département Missions & Fonctions. L'objectif de cette démarche est de démontrer la possibilité de répliquer cette capacité pour répondre aux problématiques d'un autre Département dans le Groupe. Sans entrer dans les détails des connaissances scientifiques et techniques collectées ni dans les étapes de la réalisation, nous proposons ici de restituer les principales observations de l'expérimentation.

Nous présentons ici le bilan des observations, bilan en demi-teinte quant à la réussite du transfert de la capacité d'intelligence technologique car, si l'équipe constituée a mené l'intégralité du processus à son terme pour l'étude, l'implantation de cette démarche de façon pérenne en tant que capacité au sein du Département n'a pu être confirmée.

Premièrement, l'étude a été menée à son terme et les résultats présentés témoignent de la réussite du projet et de l'intérêt des experts-CPI « *dans la veille que nous pratiquons on se limite à la collecte des brevets chaque mois, que nous diffusons dans les services du Département, voire au-delà suivant le sujet et l'importance. Mais on ne savait pas exploiter ces documents pour créer des courbes de tendance technologique, ou encore évaluer l'avance d'un concurrent sur nous* ». **C'est ici le premier apport de la réplification de la capacité sur un autre Département. Outre l'utilité de la capacité d'intelligence technologique comme support dans la prise de décision sur les orientations techniques, les CPI ont pris**

conscience de changements dans les stratégies d'innovation des acteurs du secteur. De plus, le travail avec les CPI sur les brevets et publications scientifiques conjointement a généré une prise de conscience de l'importance de ces dernières pour les dynamiques scientifiques et technologiques du secteur. Ils ont de plus acquis les connaissances quant à l'exploitation de la capacité d'intelligence technologique pour répondre à leurs problématiques (notamment le processus d'analyse bibliographique). **Le deuxième apport quant à la réussite de l'étude tient à la reconnaissance de ce rôle des publications scientifiques** *« c'est un moyen de connaître ce que font nos concurrents dans la recherche amont. Par exemple, le partenariat entre la firme X et le laboratoire Y nous permet de voir qu'ils travaillent sur une approche très différente de la nôtre or nous nous destinons aux mêmes clients ».*

Deuxièmement, c'est la pertinence du statut de CPI que nous avons observée pour la mise en œuvre de la capacité d'intelligence technologique. En préambule de cette section nous avons souligné les arguments mis en avant pour justifier le choix des CPI pour le transfert par Département. Le CPI est en effet familier des documents brevets et des informations qu'ils contiennent et maîtrisent en particulier le vocabulaire juridique de leur rédaction. **Dans le cas de cette étude, ces compétences ont eu une forte valeur ajoutée lors des phases d'acquisition et d'analyse en réduisant le nombre d'échanges nécessaires à la construction de la requête, la définition des portefeuilles à étudier.** Dans le processus d'analyse, le statut de CPI et son habitude de la veille technologique dans ce Département ont été des atouts dans l'interprétation des stratégies des concurrents pour déterminer s'il s'agit d'une attitude habituelle de dépôt ou non. Enfin, concernant l'appropriation des connaissances issues de l'étude, l'importance accordée au CPI par les résultats de l'étude sont complémentaires à ceux de la veille et ont donc été directement intégrés dans la stratégie de propriété intellectuelle du Département avant sa présentation en Commission Technique²⁶.

²⁶ Cependant, à l'heure où nous rédigeons, nous n'avons pas les éléments pour témoigner de la présentation des résultats en Commission Technique ni de leur prise en compte pour les orientations scientifiques et techniques du Département.

Synthèse de la deuxième section

Le déploiement de l'intelligence technologique dans le Département Calculateurs présenté dans cette section nous offre la possibilité d'observer les conditions d'application d'une capacité dynamique. Par notre approche, nous avons mis en évidence que l'intelligence technologique répond aux besoins exprimés par les managers du Département en terme de compréhension des dynamiques scientifiques et techniques d'une part, et à l'acquisition de connaissances sur les opportunités technologiques et les voies de recherche de la concurrence d'autre part. À l'issue des études menées, lors des phases de restitution et de confrontation des résultats avec les connaissances des experts et managers, ces derniers ont témoigné de l'importance des résultats pour guider les Politiques Produits en cours.

Dans notre travail, nous apportons également la preuve de l'opérationnalité de la capacité et de la possibilité de la transférer sur d'autres Départements. Ainsi, l'expérimentation menée au sein du Département Missions & Fonctions nous a livré des clés de compréhension quant aux enjeux du déploiement dans la Division et en particulier de l'intérêt à mobiliser le réseau des CPI. Lors de la réalisation de l'étude, les connaissances du CPI tant en termes de propriété intellectuelle que de technique des systèmes et technologies sont apparues plus pertinentes que celles des experts non-CPI. L'expert-CPI, par sa position au cœur des activités de la Direction Technique et ses pratiques de veille, est un relai intéressant dans le déploiement de la capacité d'intelligence technologique. La contribution de la capacité d'intelligence technologique aux procédés de veille technologique existants dans le Département est mise en valeur par la reconnaissance des résultats tant par les experts-CPI que par leurs managers notamment par les trajectoires technologiques identifiées et les stratégies des concurrents du secteur.

À ce stade cependant, dans le cas des déploiements au sein des deux Départements, les résultats obtenus sur l'appropriation des connaissances restent encore insuffisants pour justifier de l'action transformatrice de la capacité d'intelligence technologique sur les capacités de prise de décision et les activités scientifiques et techniques du Département. Cette limite importante de ces travaux s'explique par le temps nécessaire à l'élaboration des stratégies pour l'avenir des lignes de produits. En cela, une évaluation *a posteriori* doit être envisagée par le chercheur.

Conclusion du chapitre

Synthèse des contributions au champ de recherche sur les capacités dynamiques du déploiement de la capacité d'intelligence technologique

Ce travail de recherche mené depuis 2012 avait pour objectif de proposer une forme d'opérationnalisation du cadre des capacités dynamiques *sensing* introduit par Teece (2007). Pour aboutir à cette opérationnalisation, nous avons proposé l'intelligence technologique comme objet d'étude, en accord avec les objectifs empiriques fixés au sein du Département Calculateurs :

- d'une part, de proposer un procédé de compréhension des dynamiques scientifiques et technologiques du secteur avionique pour soutenir les managers dans l'orientation des Politiques Produits ;
- et d'autre part, de dépasser les pratiques de veille scientifique et technologique pour engager un processus d'apprentissage organisationnel intentionnel.

Dans ce chapitre, nous avons montré comment nous avons déployé cette capacité au sein du Département Calculateurs. Par la réalisation concrète d'études de cas répondant à des besoins en connaissances identifiés sur les lignes de produits, nous avons déroulé l'intégralité des processus conduisant à l'identification puis l'appropriation de connaissances utiles à la décision pour les managers et ingénieurs experts.

Nous avons ainsi démontré que l'intelligence technologique opère comme une capacité dynamique dans le contexte d'une Direction Technique confrontée à la compréhension des dynamiques scientifiques et technologiques de son environnement et à la décision quant à l'orientation de ses Politiques Produits selon ces dynamiques par :

- d'une part, l'identification de trois processus participant de la dynamique *sensing* : l'acquisition, l'analyse et l'appropriation de connaissances et la démonstration de l'effectivité de leur action ;
- d'autre part, leur participation dans le processus d'apprentissage organisationnel par la gestion de connaissances utiles relevant d'opportunités ou de menaces d'ordre technologique ou concurrentiel. Ces connaissances sont à la fois des analyses

bibliométriques dégagant des connaissances d'ordre statistique ou cartographique servant à la prise de décision et de connaissances « brutes » contenues dans les documents fondamentales pour les ingénieurs-experts et la stimulation des capacités de R&D.

Les conclusions de cette expérimentation apportent des éléments aux discussions académiques sur le champ des capacités dynamiques, de leur définition et de leur déploiement par les firmes :

- premièrement, la corrélation établie par Eisenhardt et Martin (2000) sur les capacités dynamiques et les pratiques managériales apparaît comme cohérente dans notre approche du déploiement au sein du Département. En choisissant le cas d'une pratique managériale, nous avons montré qu'elle répond des critères évoqués dans le chapitre deux pour caractériser une capacité dynamique ;
- deuxièmement, le cadre des capacités dynamiques dites *sensing* proposé par Teece (2007) et Ridder (2011) s'inscrit dans celui des pratiques managériales d'observation de l'environnement. Dans notre cas d'étude, nous avons observé que ces pratiques managériales sont l'intelligence économique et le marketing au sein de la Division Avionique. Nous avons montré les limites de ces pratiques quant à l'observation de l'environnement scientifique et technique et proposé le déploiement d'une pratique managériale complémentaire ;
- troisièmement et dernièrement, nous avons montré que cette capacité dynamique répondait aux besoins des managers pour leur permettre d'adapter les processus de décision sur les orientations scientifiques et techniques des Politiques Produits et les activités de R&D. Au travers du transfert de cette capacité sur un autre Département, nous avons également démontré que cette capacité peut être déployée plus largement hors du cadre du Département concerné et ainsi répondre à d'autres problématiques.

Le chapitre cinq clôt ce travail de recherche par la présentation des contributions du déploiement de la capacité d'intelligence technologique à la compréhension des dynamiques scientifiques et technologiques du secteur avionique.

Chapitre 5

**Comprendre et analyser le secteur
avionique par la capacité d'intelligence
technologique**

Introduction du chapitre

Nous avons souligné en introduction de ce travail que l'intelligence technologique est un support à la compréhension des dynamiques scientifiques et technologiques du secteur. Un des objectifs de ce travail est de montrer que le déploiement de cette capacité d'intelligence technologique est utile à la compréhension des dynamiques scientifiques et technologiques sectorielles. Dans ce chapitre, nous allons présenter les résultats obtenus sur l'analyse du secteur avionique. L'éclairage de ces dynamiques dans le cas du secteur avionique est constitué par les observations faites lors de la réalisation des études techniques traitant de problématiques liées aux Politiques Produits.

Le secteur avionique n'ayant fait l'objet que de peu d'études, nous concentrons notre analyse dans ce chapitre sur la démonstration de deux dynamiques. Premièrement, les relations entre les secteurs électronique et aéronautique et les dynamiques scientifiques, technologiques et institutionnelles qui les animent ont suscité des changements structurels importants durant ces dernières décennies. L'importance croissante des équipements électroniques embarqués dans les avions, les rapides sauts technologiques dans l'électronique et les exigences autour de la sécurité et la sûreté des vols constituent les enjeux majeurs de ce secteur. Deuxièmement, les firmes traditionnelles du secteur, jusqu'alors protégées par des barrières à l'entrée fortes, doivent appréhender ces changements poussés par le « grand public » et l'émergence de nouveaux acteurs issus de ce milieu se fait grandissante. Avec un nombre de passagers transportés en forte progression (5% en moyenne par an) (ICAO, 2014), l'émergence de nouveaux marchés et les considérations autour d'un transport aérien plus économique, de nouveaux défis tant technologiques que concurrentiels s'ouvrent.

Dans une première section, nous présentons le cadre théorique de la littérature évolutionniste des Systèmes Sectoriels d'Innovation et de Production (SSIP) (Malerba, 2002, 2009) sur lequel nous appuyons notre analyse de la structure et des dynamiques du secteur. Par la mobilisation de ce cadre, nous montrons que les secteurs évoluent en permanence en raison des relations entre les différents éléments formels qui les composent, les firmes, les institutions, et des éléments plus informels relevant des connaissances et compétences liées aux technologies de base du secteur. Puis, nous revenons sur les enjeux scientifiques et techniques du secteur mis en lumière par les programmes récents des avionneurs. L'aéronautique est un secteur régulièrement qualifié de secteur de haute technologie en pointe, avec des investissements massifs en recherche et développement motivés par une

course à la performance technique et à l'innovation. La place croissante de l'électronique dans les équipements embarqués a suscité d'importants changements technologiques sur lesquels nous revenons ici.

Dans une deuxième section, nous montrons que l'application de l'intelligence technologique est utile pour analyser les dynamiques scientifiques et technologiques d'un secteur au travers de la démonstration sur le cas du secteur avionique. Nous introduisons ici les résultats empiriques issus des études menées afin de mettre en lumière d'une part, les dynamiques scientifiques et technologiques du secteur et d'autre part, celles de ses acteurs en nous référant au cadre du SSIP introduit dans la première section. Ainsi que nous l'avons présenté, le secteur avionique est un secteur où la concurrence est resserrée, mais, si jusqu'alors la maîtrise technique et technologique favorisait cette concentration, elle constitue désormais une source d'opportunité pour les firmes spécialisées sur celles-ci dans d'autres secteurs d'activité. De plus, la part croissante de l'avionique dans les avions amène les avionneurs à s'intéresser aux évolutions de ces technologies et à leurs impacts sur le design de l'avion. Ainsi, par leur implication et leur contribution aux développements de ces technologies, les avionneurs entrent en concurrence, du point de vue des connaissances et de la maîtrise technique, avec leurs fournisseurs.

1. L'approche des Systèmes Sectoriels d'Innovation et de Production (SSIP) pour comprendre les dynamiques de l'environnement

1.1. La compréhension des changements technologiques dans l'environnement

Les changements techniques ont été abordés en économie industrielle sous deux angles à la suite des travaux de Schmookler (1966) dans les années 1960. Dans le premier cas, le besoin crée l'innovation et le marché détermine l'orientation technique des firmes (*demand pull*). Dans le deuxième cas, c'est la science, la recherche et développement qui sont à l'origine des innovations et de la productivité des entreprises (*technology push*). Dans une approche organisationnelle de l'innovation, Callon et al. (1992) postulent que, dans la stratégie d'innovation d'une firme, certains choix collaboratifs avec l'environnement (universités, centres de recherche) répondent plus « d'une externalisation consciente d'activités que de nouveaux modes de coordination entre la recherche et l'industrie » (p. 215). Ainsi, la capacité d'innovation d'une firme repose tant sur les pistes technologiques explorées en interne que sur l'appropriation de résultats de recherche dans des domaines récents menés dans les centres de recherche publics et acquis par contrats de collaboration. Pavitt (2003) distingue quant à lui les formes d'organisations entre les grandes entreprises et laboratoires spécialisés dans la production de savoir pour l'exploitation commerciale et les firmes plus petites concentrées sur l'amélioration continue des produits. Il distingue également le savoir privé (développé et exploité par les firmes) du savoir public détenu par les universités et laboratoires publics de recherche (p. 11).

Les approches évolutionnistes considèrent la dynamique technologique comme motrice des changements industriels et distinguent plusieurs origines du savoir. Ces changements doivent s'apprécier à une échelle sectorielle qui favorise la mise en évidence des dynamiques inter-organisationnelles centrales dans l'innovation. En effet, dans le cas des secteurs où la production des systèmes s'organise selon une chaîne de valeur complexe définie pour un projet (l'automobile, l'aéronautique, etc.), les interactions entre les acteurs contribuent dans une large mesure à l'évolution technologique globale du secteur. La montée en compétences des acteurs s'effectue collectivement et ceux exclus d'un programme (non retenus) doivent être en mesure de maintenir eux-mêmes leur niveau technologique pour pouvoir prétendre à participer aux programmes à venir (mécanisme de sélection du marché).

Les travaux séminaux de Nelson et Winter (1982) et Dosi (1982) ont contribué à l'émergence d'un courant de pensée processuel, dynamique, pour aborder les changements et les restructurations à l'origine de nouveaux paradigmes pour les industries. Ainsi, les industries

sont soumises à des phénomènes aléatoires et périodiques qui bouleversent leur structure et leurs frontières. L'analyse séparée des dynamiques sectorielles a mis en exergue des spécificités inhérentes à chaque industrie, des rythmes et régimes d'innovation distincts dont les caractéristiques évoluent plus ou moins profondément dans le temps.

1.1.1. Dynamiques sectorielles et régimes technologiques

La dynamique du changement technologique dans une industrie a été portée en économie par le courant évolutionniste, qui met en avant le rôle joué par les interactions entre les différentes composantes d'une industrie (Belis-Bergouignan, 2011). Ces interactions sont issues de processus de transformation cycliques engendrés par des ruptures d'ordre technologique, organisationnel ou institutionnel. L'innovation est définie comme un processus cumulatif de construction du savoir, différent d'un secteur et d'une firme à l'autre, duquel émergent un(des) régime(s) technologique(s) et une(des) trajectoire(s) technologique(s) (Belis-Bergouignan, 2011). La dynamique d'innovation a quant à elle d'abord été définie par les procédés de recherche, de création (par l'expérimentation, l'imitation) et l'adoption de nouveaux produits ou procédés (Dosi, 1988). La diversité des pratiques observées par les études empiriques a contribué à la remise en question des théories qui postulent que les firmes d'un même secteur adoptent des comportements similaires en raison d'une situation de parfaite compétition (Utterback, 1996 ; Malerba et Orsenigo, 1996). En effet, les firmes agissent et réagissent de manière hétérogène face aux changements dans leur environnement car elles ne possèdent pas toutes les mêmes capacités d'innovation, ni ne mobilisent les mêmes moyens pour les traiter.

Pour observer les différences entre les processus d'innovation dans les secteurs, Dosi (1982) puis Nelson et Winter (1982), ont introduit la notion de régime technologique qui détermine les frontières et la direction des activités d'innovation en fonction des pratiques des acteurs du secteur pour résoudre les problèmes liés aux évolutions technologiques (Dosi, 1982). Les régimes technologiques caractérisent ainsi les processus d'innovation en étudiant les origines des savoirs et connaissances technologiques du secteur et les processus d'apprentissage particuliers, tous les deux inhérents à la nature de la base de connaissances. Ainsi, le secteur et la façon dont les acteurs innovent en son sein sont déterminés par le régime technologique, qui lui-même dépend de la technologie à la base de l'activité. Ces régimes technologiques ont été caractérisés selon quatre critères majeurs (voir les travaux de Dosi, 1982 ; Malerba et

Orsenigo, 1993) :

- l’opportunité technologique, qui relève de la facilité avec laquelle une technologie profite d’un cadre favorable dans un secteur pour se développer ;
- les conditions d’appropriabilité regroupent l’ensemble des facteurs agissant sur l’aptitude des entités du secteur, dont les firmes, à s’approprier les connaissances technologiques de l’environnement pour innover. Parmi ces facteurs, l’accent est porté sur le niveau des barrières à l’entrée (facilité pour un nouvel entrant à pénétrer le marché), le degré de spécificité des connaissances (plus une connaissance spécifique est nécessaire, plus il est difficile de se l’approprier et d’entrer sur un marché), les droits de propriété intellectuelle (ils garantissent une protection face à la concurrence, et peuvent être sources de rentes) ;
- le degré de cumulativité qui renvoie à la caractérisation de l’innovation par l’intégration plus ou moins complexe et importante de nouvelles connaissances. Il s’agit d’évaluer si l’existence d’un antécédent technologique pour innover est bloquante pour de nouveaux acteurs et si l’innovation est fortement dépendante des choix passés (forte contrainte de sentier). Si dans certains secteurs la maîtrise d’un art antérieur *a minima* n’est pas un frein à l’innovation, l’expérience et l’accumulation de connaissances sont un facteur majeur d’innovation dans d’autres secteurs comme les industries automobile, aéronautique ou pharmaceutique ;
- enfin, la nature de la structure de la base de connaissances détermine si les fondements technologiques du régime sont construits sur des connaissances tacites ou codifiées, si elles sont issues d’effets externes (largement diffusées dans tous les domaines) ou spécifiques au secteur, si elles reposent sur un apprentissage interne et une appropriation forte par les firmes (capacité d’absorption), etc.

Les régimes technologiques sont ainsi caractérisés selon l’environnement de connaissances et d’apprentissage dans lequel évoluent les firmes, qui détermine leur avantage concurrentiel sur le marché. Deux grands types de régimes sont dégagés dans la littérature, décrits par Malerba et Orsenigo (1997). D’une part, les régimes entrepreneuriaux, ou Schumpeter Mark I, sont caractérisés par le développement des bases de connaissances qui favorisent l’émergence de nouvelles activités d’innovation. Ces changements facilitent l’entrée sur le marché de nouveaux acteurs et détruisent les avantages que les firmes déjà présentes tiraient de leurs rentes. D’autre part, les régimes routiniers, ou Schumpeter Mark II, sont à l’inverse caractérisés par des barrières à l’entrée très élevées supportées par le processus d’innovation incrémentale des firmes du secteur. Les avantages des firmes sont bâtis sur la préexistence de

connaissances et compétences très avancées et approfondies par le recours intensif à la recherche et développement.

Bien que cette taxonomie présente l'avantage de caractériser les industries selon les processus appliqués par les firmes pour innover et la nature des innovations (innovation incrémentale ou radicale), soit l'aval de l'innovation, elle ne prend pas suffisamment en compte la nature même des technologies qui va déterminer par la suite le champ des exploitations possibles (l'amont). Les travaux de Marsili et Verspagen (2002) ont introduit cette dimension en définissant les régimes technologiques selon la nature même des technologies à la base du secteur. Appuyée sur les travaux de Pavitt (1984), la taxonomie distingue ainsi cinq régimes technologiques : les régimes basés sur la science (*science-based*) comme l'électronique, ceux basés sur les innovations technologiques de processus (*fundamental processes*) comme la chimie, les systèmes complexes (*complex systems*) comme les industries automobile et aéronautique, les régimes dits d'ingénierie de produits (*product engineering*) comme l'instrumentation et enfin les régimes d'innovation de process continu (*continuous processes*) comme le textile.

Par la mobilisation de cette taxonomie dans nos travaux nous identifions un lien entre l'industrie électronique basée sur la science, avec un régime d'innovation radicale et un environnement concurrentiel très volatil et complexe, et l'industrie aéronautique, reconnue comme une industrie de systèmes complexes et d'innovation incrémentale, organisée autour d'une chaîne de valeur intégrant divers acteurs et structurant la réalisation de produits de haute ingénierie. L'avionique est caractérisée par sa dépendance envers ces deux industries, avec un régime d'innovation particulier qui doit prendre en compte les évolutions technologiques permanentes de l'industrie électronique pour les adapter dans la réalisation de systèmes complexes destinés à un secteur particulièrement vigilant à la pérennité de ces technologies sur le très long terme. Sa trajectoire technologique l'inscrit dans l'assemblage complexe entre ces deux secteurs, que nous allons à présent aborder.

1.1.2. Des trajectoires technologiques influencées par le sentier

Nous avons précédemment caractérisé les régimes technologiques selon la nature des technologies qui composent leurs bases. Ces technologies déterminent également les trajectoires d'évolution des firmes qui s'y rapportent. Les trajectoires technologiques sont entendues comme l'ensemble des solutions appliquées à la résolution d'un problème identifié dans un paradigme technologique (qui regroupe les procédures, champs de recherche et

problèmes mobilisant un ensemble de technologies et connaissances associées pour résoudre un problème). La trajectoire technologique repose sur le passé de l'entreprise (connaissances technologiques accumulées et procédés d'exploitation de celles-ci dans un processus d'innovation) (Dosi, 1982).

La notion de dépendance de sentier a émergé en sciences sociales avec les travaux pionniers de David (1985) et Arthur (1989) pour expliquer la relation entre les retours sur investissement générés par l'exploitation d'une technologie et l'antériorité de cette technologie au sein d'une firme. De nombreux auteurs ont examiné le rôle des firmes sur l'évolution d'un secteur, argumentant que leurs processus d'intégration et de diffusion des connaissances influencent les bases structurelles du secteur (Utterback, 1996 ; Dolata, 2009). Ces processus expliquent l'observation de dynamiques différentes entre les secteurs concentrés ou non, ceux relevant de l'innovation radicale ou incrémentale ou encore les secteurs fonctionnant en cycles de production rapides ou longs (Malerba et Orsenigo, 1997 ; Geroski et al., 2003).

La dépendance de sentier repose sur l'idée selon laquelle les capacités d'innovation et les orientations suivies par une firme découlent de l'historique de celle-ci, de la nature cumulée de sa base de connaissances et des stocks de connaissances déjà acquis (David, 1985 ; Arthur, 1989 ; Helfat, 1994 ; Brouwer et Kleinknecht, 1999). Ainsi, David (1985) définit trois mécanismes expliquant la dépendance de sentier, en s'appuyant sur l'étude du clavier QWERTY : les proximités technologiques (notamment l'interdépendance entre certains savoirs), les économies d'échelle et l'irréversibilité des investissements. La firme construit son savoir et l'enrichit par l'expérimentation (*via* la recherche et développement), et complète par l'acquisition de connaissances externes (Arora et Gambardella, 1990 ; Audretsch, 2002) en particulier par les collaborations.

La capacité d'une firme à investir dans sa recherche et développement interne, bien que conduisant à une dépendance de sentier contraignant ses orientations, favorise les capacités d'absorption (Cohen et Levinthal, 1990). La firme détient ainsi les savoirs et compétences nécessaires pour juger de l'intérêt d'une nouvelle technologie, d'une compétence, pour sa politique d'innovation. Dans certains secteurs comme l'aéronautique, la capitalisation sur les savoir-faire et compétences acquis favorise l'émergence de designs dominants (Utterback et Abernathy, 1975 ; Tushman et O'Reilly, 1997 ; Suarez et Utterback, 1995), dont les bénéfices s'apprécient sur la durée de vie globale d'un programme, une trentaine d'années en moyenne. *A contrario*, la dépendance de sentier est moins forte dans le secteur électronique, davantage porté par l'innovation radicale comme nous l'avons souligné plus haut. Dans cette

configuration, l'émergence de design dominant est très dépendante de la stratégie suivie par la firme pour dominer la concurrence, de facteurs technologiques et organisationnels qui lui permettront, en même temps qu'elles implantent un design dominant, de préparer rapidement le « coup d'après » en capitalisant sur l'expérimentation et les retours du design précédent plus vite que la concurrence.

Mais la dépendance de sentier peut aussi entraîner un effet de verrou (*lock in*) sur les orientations technologiques prises. La dépendance de sentier est favorisée par l'innovation incrémentale, qui inscrit la firme dans un processus de développement permanent reposant sur l'art antérieur accumulé, permettant de réduire les investissements en recherche par capitalisation des connaissances. La firme privilégie ainsi les recherches de nouveaux produits et procédés qui s'accordent avec ses orientations actuelles, entraînant l'incapacité à explorer de nouvelles pistes (Levinthal et March, 1993 ; Helfat, 1994). En effet, il est difficile pour une firme d'apprécier la valeur de connaissances hors de son périmètre d'activité habituel, car elle ne possède pas les savoirs nécessaires à la compréhension de ces connaissances et à leur absorption. De plus, l'innovation incrémentale favorise peu l'exploration de technologies ou des champs hors périmètre ce qui conduit la firme à la négation de technologies émergentes susceptibles de remplacer celles qu'elle utilise et de s'imposer comme dominante (effet de *lock-in* technologique). Ainsi, Pavitt et Patel (1997) ont souligné également l'importance, pour une firme, de se diversifier pour exploiter des opportunités technologiques émergentes et coordonner les changements technologiques qui impactent sa chaîne d'approvisionnement.

La vision taxonomique technologique des secteurs met ici en évidence une distinction entre les deux régimes qui caractérisent les industries de notre étude, le secteur électronique défini comme fonctionnant en régime basé sur la science, plutôt entrepreneurial, et le secteur aéronautique relevant quant à lui des systèmes complexes, donc routinier. L'approche sectorielle que nous allons introduire dans la partie suivante reprend cette dichotomie qui caractérise notre étude.

1.2. Le cadre des Systèmes Sectoriels d'Innovation et de Production pour identifier le secteur avionique

Au-delà de la définition des régimes technologiques, certains travaux se sont orientés vers l'analyse du comportement d'innovation des firmes face aux contraintes imposées par ces trajectoires technologiques, et considèrent les firmes comme des éléments évoluant dans un système d'innovation plus large. Moati définit ainsi un secteur comme un « espace de mise en concurrence de firmes hétérogènes. Les entreprises disposent d'une inégale capacité à tirer profit des ressources que leur offre leur environnement et à construire, par la transformation de ces ressources, une offre répondant le plus efficacement possible à la demande des utilisateurs » (Moati, 2003, p. 21). Des travaux empiriques menés sur l'étude du secteur électronique, (en particulier les semi-conducteurs) ont conduit à la définition des Systèmes d'Innovation, et plus spécifiquement à l'identification de systèmes nationaux, régionaux ou sectoriels. C'est vers ce dernier que notre attention s'est portée pour définir ce que nous entendons par « environnement de la firme ». Cette approche rejoint les travaux des économistes évolutionnistes sur les Systèmes Sectoriels d'Innovation et de Production (SSIP) qui considèrent que les secteurs ne sont pas statiques mais animés par des changements structurels dus aux évolutions que subissent leurs différentes composantes (Malerba, 2002 ; 2009) et les interactions entre celles-ci (marchandes, flux de connaissances et compétences, rôle des gouvernements et institutions sur l'innovation etc.).

Pour introduire le secteur avionique et ses relations technologiques étroites avec les secteurs électronique et aéronautique, nous avons mobilisé les travaux de Malerba (2002) qui intègrent l'innovation comme critère pour définir le secteur. Ainsi ce dernier devient un Système Sectoriel d'Innovation et de Production (SSIP), défini comme un ensemble de produits nouveaux et existants développés pour des usages spécifiques, et un ensemble d'agents entretenant des interactions marchandes ou non marchandes pour la création, la production et la vente de ces produits. Le secteur est ici entendu comme un environnement innovant regroupant des firmes ayant les mêmes intérêts technologiques dans la production de biens ou services dédiés à un marché déterminé.

La dimension concentrée et mondiale du secteur avionique nous amène à envisager l'approche des SSIP comme plus pertinente que les classifications nationales pour aborder le secteur avionique. C'est dans ce contexte que nous plaçons l'avionique comme un secteur structuré autour de firmes disposant de bases de connaissances spécifiques à l'électronique, inscrites dans une même trajectoire technologique (développer des innovations pour le domaine aéronautique, dans ses composantes civile ou militaire) et concurrentes dans la

conception et la production de produits dédiés à ces applications.

Le cadre des SSIP nous aide à comprendre l'influence des différents éléments de l'environnement sur le comportement d'innovation des firmes et d'identifier des réseaux dynamiques (commerciaux, collaboratifs, concurrentiels). Ces acteurs peuvent aussi bien être d'autres firmes que des organisations, tels des laboratoires de recherche, des universités ou des institutions financières. Selon cette approche, trois éléments sont déterminants dans les dynamiques d'innovation du secteur.

Premièrement, les processus d'apprentissage et la constitution d'une base de connaissances propre au secteur. Le régime technologique caractérise le rythme d'innovation du secteur, lui-même déterminé par la capacité des firmes et des organisations du secteur à mettre en œuvre des processus d'apprentissage pour construire leur trajectoire inventive, en s'appuyant sur les connaissances et capacités développées par les acteurs de l'environnement. Ainsi que l'ont souligné les précédents travaux de Nelson et Rosenberg (1993) et Dosi (1995), cette base de connaissances est propre à chaque secteur et va directement caractériser les trajectoires technologiques suivies par les firmes du secteur, tant dans le degré de spécialisation que dans le rythme des innovations. Elle est de plus fortement caractérisée par les domaines scientifiques et technologiques à la base des activités de production du secteur (Malerba, 2002). La constitution de cette base de connaissances et la capacité des firmes à mobiliser cette base dans le cadre de leurs activités relèvent des caractéristiques des régimes technologiques, à savoir les degrés d'accessibilité et de cumulativité du savoir et les sources d'opportunités technologiques. Ces caractéristiques conditionnent les opportunités de développement des firmes dans un secteur, lesquelles reposent sur leurs capacités organisationnelles individuelles à générer de nouvelles connaissances en capitalisant sur les savoirs existants (processus de R&D comme la démarche par essais-erreurs, etc.).

Deuxièmement, cette capacité à innover est dépendante des technologies et de la demande constituant la base scientifique du secteur et, en cela, doit être concordante avec l'existence d'une demande et d'un marché. Ainsi, Malerba (2002) revient ici sur les schémas classiques liant une technologie à un produit pour aborder le cas des firmes multi-technologiques dont les champs de connaissances scientifiques couvrent plusieurs domaines exigés par la complexité des produits développés. L'aspect commercial de l'innovation est mis en avant par le rôle de la demande sur les orientations technologiques des acteurs (Grandstand et al., 1997). La diversité des études sectorielles portant sur le rôle de la demande dans les dynamiques d'innovation des firmes a fait apparaître l'importance de l'existence (avérée ou

probable) d'un marché comme facteur favorisant les coopérations autour du développement d'innovations capables de répondre à cette demande (Malerba et Orsenigo, 1999 ; Adams et al., 2012). Le développement d'une technologie, dans la mesure où les firmes choisissent de l'exploiter, n'est entendu qu'en réponse à un besoin, à l'existence d'une demande ou à la capacité des acteurs du secteur à la créer (Porter, 1980).

Troisièmement, Malerba (2002) insiste sur la qualification des interactions entre les agents évoluant dans le secteur. Ces agents sont les firmes (clients, producteurs et fournisseurs), universités, gouvernements impliqués dans le processus de production. Dans la perspective dynamique présentée par Malerba, l'hétérogénéité des acteurs détermine l'évolution du SSIP et les comportements individuels affectent l'innovation. En effet, chaque agent « est caractérisé par des opinions propres, des attentes, des compétences et une structure et est engagé dans des processus d'apprentissage et d'accumulation de connaissances » (Malerba, 2002, p. 255). Ces relations sont de natures diverses, commerciale, partenariale, formelles mais aussi informelles, ainsi que la littérature sur l'étude des flux de connaissances l'a illustré dans de nombreux secteurs (Verspagen et De Loo, 1999 ; OCDE, 2009 ; Epicoco, 2013 ; Epicoco et al., 2014). Par l'analyse des réseaux formels et informels constitués par une firme dans une démarche de production, c'est aux dynamiques d'apprentissage et de construction des bases de connaissances des acteurs que s'intéressent les chercheurs (Nelson et Winter, 1982 ; Edquist, 1997).

Enfin, les institutions constituent le dernier pilier majeur du SSIP. La définition donnée par Malerba (2002) englobe non seulement l'ensemble des règles et normes qui régissent le secteur mais aussi les autorités en charge de leur création et de leur application. Les diverses études empiriques sectorielles ont souligné l'importance capitale de ces institutions pour des secteurs comme le secteur pharmaceutique (les critères d'autorisation de mise sur le marché engendrent des exigences en termes de réalisation du produit). Bien que moins étudié, le secteur aéronautique est également fortement impacté par l'aspect institutionnel en raison des exigences de sécurité et sûreté des équipements et systèmes embarqués requises par les autorités de certification au moment de la demande d'entrée en service d'un avion (voir Annexe 3). Ces exigences concernent avant tout le développement de chaque équipement suivant un processus de développement matériel, logiciel et d'ingénierie très encadré et réglementé.

Synthèse de la première section

L'intelligence technologique étant présentée dans ces travaux comme la capacité déployée par les managers pour comprendre leur environnement, cette section revient sur les définitions évolutionnistes de l'environnement. Par environnement nous retenons dans cette littérature la définition du SSIP proposée par Malerba (2002), qui introduit le rôle central de l'évolution technologique dans la dynamique des secteurs. Non seulement chaque secteur évolue distinctement mais les firmes qui le composent réagissent elles-mêmes de façon hétérogène, en raison de facteurs propres (la capacité d'innovation, la base de connaissances et la capacité d'absorption des connaissances nouvelles en sont des exemples).

Dans cette section, nous avons présenté les caractéristiques des régimes technologiques des secteurs corrélés au secteur avionique (l'électronique et l'aéronautique) en insistant sur l'impact de leurs différences en termes de processus d'apprentissage (radical *versus* incrémental) et de nature de la base de connaissances (cumulative ou non).

Ainsi, les déterminants majeurs de l'innovation dans un SSIP sont fondés sur les dynamiques scientifiques et technologiques, à savoir les processus d'apprentissage, la nature de la base de connaissance sectorielle, la technologie à la base, l'existence d'une demande susceptible d'orienter les trajectoires technologiques, l'intensité des interactions entre les agents du secteur (degré de compétition et existence de relations partenariales) et enfin le cadre institutionnel et réglementaire (particulièrement important dans certains secteurs comme les industries pharmaceutique et aéronautique).

2. L'application du cadre des SSIP : les enjeux scientifiques et techniques de l'avionique

La montée en puissance des systèmes avioniques dans les avions amène de nombreux changements pour les acteurs des secteurs avionique et aéronautique, en particulier sur la maîtrise des évolutions des technologies.

À l'heure actuelle, l'utilisation du terme « avionique » (*avionics* en anglais) s'est généralisée pour désigner l'ensemble des équipements électroniques embarqués dans les aéronefs servant à assurer la sûreté et la sécurité du vol d'un avion, de même que l'activité économique des acteurs produisant les équipements embarqués. Ces équipements sont généralement considérés selon la fonction qu'ils remplissent dans l'activité de pilotage comme introduits par l'*Air Transport Association* (ATA) sous la notion de systèmes (voir Annexe 4), dont une vingtaine entre dans le périmètre de l'avionique. La navigation (ATA 34), les communications (ATA 23), les commandes de vol (ATA 27), l'Avionique Modulaire Intégrée (ATA 42) sont les principaux systèmes critiques de l'appareil. La particularité des systèmes avioniques réside dans la non-transférabilité des produits : les systèmes et sous-systèmes sont conçus et produits en réponse à une spécification dans le cadre d'un programme aéronautique ; de fait, ils ne peuvent être transférés en l'état sur un autre programme, ni commercialisés pour des applications vers d'autres industries.

Cette section s'organise autour du cadre des SSIP introduit précédemment. Dans un premier temps, nous étudions les dynamiques relatives à la base de connaissances pour comprendre comment le secteur avionique s'est constitué du point de vue technologique. À l'appui des études menées, nous montrons qu'une dépendance de sentier technologique forte est visible dès les années 1980.

Dans un deuxième temps, nous mettons en avant que cette dépendance de sentier technologique observée dans la base de connaissances est liée aux développements des programmes aéronautiques.

Dans un troisième et dernier temps, nous verrons que la croissance rapide du secteur s'appuie sur la maîtrise technologique et technique des acteurs dits traditionnels du secteur qui ont contribué à son émergence. L'avionique est un secteur très complexe où seul un petit nombre d'acteurs a la capacité de maîtriser à la fois les technologies, l'ensemble du processus de développement des systèmes complexes des études amont jusqu'à la certification des équipements, ainsi que l'après-vente (maintien en condition opérationnelle sur des

programmes pouvant durer plus de trente ans). Mais cette croissance est aussi une source d'opportunités pour de nouveaux acteurs portés par leurs compétences techniques sur la maîtrise d'une technologie appliquée à un autre secteur d'activité. En parallèle, la rapidité des changements technologiques suscite de plus en plus l'intérêt des avionneurs, tant sur le plan des opportunités en termes d'innovation pour les programmes que sur le plan des risques nouveaux à maîtriser pour l'intégration de ces systèmes dans les appareils.

2.1. Les effets de double dépendance aéronautique/électronique sur la construction de la base de connaissances du secteur

Depuis les années 1980, l'avionique a pris des positions majeures dans la dynamique scientifique et technologique du secteur aéronautique. Cette prise de position s'accompagne d'une introduction progressive des technologies de l'électronique, d'abord au travers de développements spécifiques pour les applications aéronautiques puis par l'introduction massive de composants sur étagères à partir de la fin des années 1990. Nous retraçons ici cette dynamique technologique au travers de l'étude de l'évolution des bases de connaissances des acteurs du secteur, en nous appuyant sur les résultats fournis par l'étude 0. L'apport que constitue ce chapitre s'inscrit dans la littérature déjà abondante sur les études des trajectoires scientifiques et technologiques pour proposer l'éclairage d'un secteur qui n'a été que peu étudié (Acha et Brusoni, 2008).

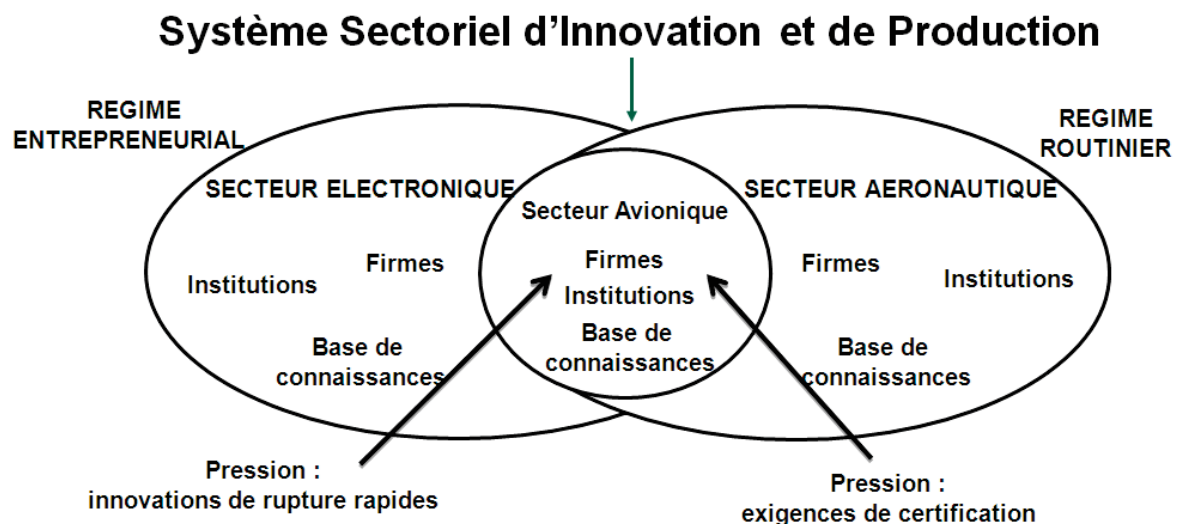
Nous montrons ici comment les fournisseurs d'équipements avioniques ont progressivement étendu le spectre de leurs connaissances dans le domaine électronique afin de tenter de maîtriser ces changements technologiques et de répondre aux demandes des avionneurs pour un passage progressif à l'électronique de l'ensemble des systèmes.

2.1.1. Dynamiques sectorielles : l'influence de l'électronique et de l'aéronautique

Les politiques d'innovation du secteur avionique sont conditionnées par les rythmes d'innovation du secteur électronique et les évolutions normatives et réglementaires. Les travaux des économistes évolutionnistes ont très tôt considéré le secteur des semi-conducteurs (secteur de base de l'électronique) comme un cas d'étude intéressant tant les dynamiques technologiques, concurrentielles et institutionnelles sont représentatives des impacts des changements de paradigmes sur l'innovation (Bresnahan et Malerba, 1999 ; Malerba et Orsenigo, 1999 ; Ernst, 2005 ; Epicoco, 2013). Dans le cas qui nous intéresse, la notion de système sectoriel d'innovation est importante pour comprendre les enjeux liés à l'évolution de

l'environnement des firmes du point de vue de leur dynamique d'innovation et de leur capacité à faire évoluer leurs connaissances pour gagner un avantage concurrentiel. L'avionique est, par sa composition technologique, un secteur dépendant à la fois du secteur électronique et du secteur aéronautique. Cette double dépendance génère des contraintes et des spécificités organisationnelles qui distinguent clairement ce secteur des deux secteurs dont il dépend. En effet, si le secteur avionique n'est pas reconnu par la nomenclature sectorielle de l'INSEE comme un secteur d'activité, le comportement des divers éléments qui le composent, au sens du système sectoriel d'innovation nous permet de le considérer comme un secteur à part entière. La Figure 18 décrit les synergies existantes entre ces secteurs qui impactent les dynamiques technologiques et d'innovation dans le secteur avionique.

Figure 18 Le Système Sectoriel d'Innovation et de Production du secteur avionique



Source : Beaugency et al. (2013).

Le secteur électronique est ainsi reconnu comme un secteur évoluant sous un régime d'innovation entrepreneurial, au sein duquel les firmes évoluent dans une compétition permanente portée par la capacité technologique à introduire rapidement le prochain stade technologique qui leur confère un avantage concurrentiel temporaire. Cette capacité technologique est possible grâce à de lourds investissements en recherche et développement, qui s'accroissent au fur et à mesure de la miniaturisation des composants (les industriels du secteur estiment à dix milliards d'euros les coûts de développement entre deux générations de composants, soit deux ans). L'accumulation des connaissances est importante pour capitaliser sur le savoir et innover rapidement, mais elle induit l'introduction rapide de nouveaux

procédés et produits sur le marché qui permet un transfert de technologies vers la concurrence, susceptible alors d'intégrer ces avancements dans ses développements en cours (permettant de lancer l'innovation suivante). Le régime technologique du secteur est basé sur la science et l'ingénierie (chimie des matériaux, électronique) ce qui contribue à la complexité de la base de connaissances du secteur. La complexité de cette base de connaissances et la maîtrise des coûts de développement ont été deux des facteurs ayant entraîné la concentration et la spécialisation des acteurs du secteur. Ainsi, le nombre d'acteurs a été divisé par quatre en moins de 15 ans, et ces acteurs sont désormais répartis selon leurs compétences. La production de composants en masse permet à ces firmes d'amortir les coûts de développement et de proposer des solutions à moindres coûts comparées à des solutions développées spécialement pour des applications aéronautiques. Ainsi, les firmes du secteur avionique ont délaissé leurs propres compétences en production de composants électroniques (jugées peu rentables) pour intégrer massivement ces composants dans leurs systèmes.

L'introduction des technologies électroniques dans les systèmes avioniques est dépendante des spécifications et régulations imposées par le secteur aéronautique *via* ses autorités de certification telles que l'EASA pour l'Europe ou la FAA pour les États-Unis. Le secteur aéronautique est une industrie de cycles longs où plusieurs décennies s'écoulent entre le lancement de la conception d'un avion et sa fin de vie (30 ans en moyenne). Dans ce contexte, l'innovation technologique repose presque exclusivement sur les compétences accumulées par les acteurs au fur et à mesure des programmes précédents, ainsi que sur leur capacité à amortir des coûts de développement et de production élevés sur la production à venir, avec un amortissement sur le long terme (Pritchard et MacPherson, 2004, 2007). Les firmes du secteur sont peu nombreuses et très diversifiées en raison du spectre très large de compétences et de connaissances à maîtriser pour étudier et réaliser un équipement, un système, voire l'avion complet. Les importants mouvements de fusions-acquisitions constatés dans les années 1990 ont mis en avant l'importance des collaborations étroites entre les différents niveaux de la chaîne de valeur, et la concurrence très vive entre les firmes d'un même échelon. Sur ce dernier point, les innovations intégrant davantage de technologies provenant de secteurs grand public ont favorisé l'émergence d'une concurrence externe au secteur. Mais ces évolutions ont également obligé les acteurs de l'aéronautique à envisager plus de rigueur et de contrôle sur l'introduction des innovations technologiques dans les systèmes, et en particulier pour les technologies électroniques. En effet, l'utilisation d'une technologie pour des applications aéronautiques n'est acceptée que si elle satisfait un cahier des charges défini par les autorités de certification. L'encadrement rigoureux du développement de chaque système est une

pression supplémentaire sur les avionneurs et leurs fournisseurs. Ces mécanismes institutionnels (normes de développement et de certification d'un appareil) concernent l'ensemble de la chaîne de valeur, du fournisseur de composant à l'avionneur (voir 2.4).

2.1.2. L'impact de l'introduction de l'électronique sur la réalisation des systèmes avioniques

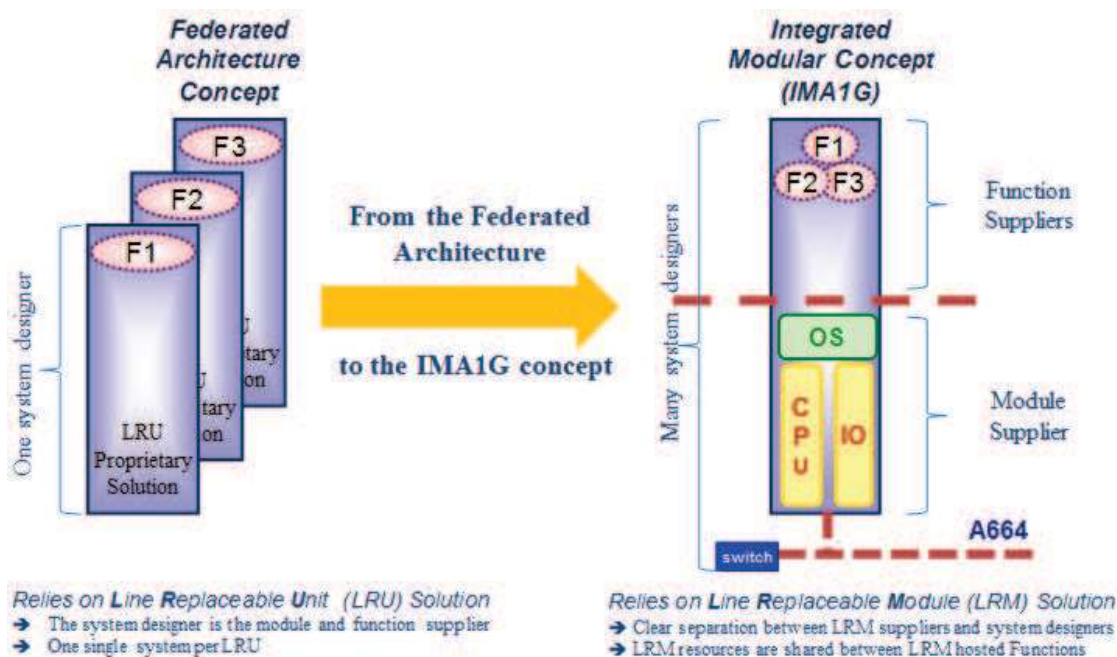
L'introduction généralisée des technologies électroniques a considérablement amélioré les performances de compréhension et d'interaction entre le pilote et l'appareil (interface homme/machine). Mais elle a aussi posé de nombreuses questions quant aux conséquences de leur introduction, tant en termes de possibilités technologiques offertes que de risques à considérer. Les progrès de l'industrie électronique sur les calculateurs, capteurs et actionneurs, ont contribué à cela. Ainsi, le passage aux technologies numériques a créé une série de ruptures technologiques dans la production de micro-processeurs, dont les principales ont été résumées par Gordon Moore sous la loi dite « loi de Moore »²⁷. De ce fait, la miniaturisation des composants contribue à la réduction de la taille des équipements électroniques tout en développant leurs capacités, de réduire les coûts de production et de les rendre ainsi accessibles à tous les marchés. Ainsi, le nombre d'équipements embarqués a progressé de plus de 50% entre les années 1980 (programme de l'Airbus A310) et les années 1990 (Airbus A340) (Grieu, 2004). En terme de coûts, l'avionique représente actuellement en moyenne 30% à 35% des coûts de développement d'un avion civil, pour seulement 10% à 15% des coûts de production. Dans le cas des programmes militaires, les coûts représentés par l'avionique sont estimés à plus de 50% (pour le développement et la production) (ECORYS, 2009).

L'introduction ces dix dernières années de programmes majeurs comme l'A380 ou l'A350 d'Airbus et le B787 de Boeing ont contribué au repositionnement des équipementiers dans la chaîne de valeur de l'aéronautique, mais aussi suscité une profonde remise en question des modes d'innovation par la prise de conscience de la non-maîtrise intégrale des ruptures technologiques survenues dans le secteur électronique. L'accroissement des puissances de calcul des systèmes a favorisé la transition vers des architectures dites fédérées, où une fonction est gérée par un ordinateur dédié, aux architectures dites distribuées. Ces nouvelles

²⁷ « Loi fondée sur un constat empirique énoncé par Gordon Moore, co-fondateur de la société Intel, qui dès 1965 affirma que le nombre de transistors par circuit de même taille allait doubler, à prix constants, tous les ans. Il rectifia par la suite en portant à dix-huit mois le rythme de doublement. Il en déduisit que la puissance des ordinateurs allait croître de manière exponentielle, et ce pour des années » (Beaugency et al., 2012).

architectures, comme l'avionique modulaire intégrée ou IMA, développées pour les programmes civils de l'A380 d'Airbus et du B787 de Boeing, permettent d'implémenter plusieurs fonctions sur un même calculateur. Ainsi, le nombre de fonctions gérées par un calculateur a nécessité une réorganisation de la répartition physique des systèmes embarqués, et le changement d'architecture (Figure 19).

Figure 19 Représentation des architectures fédérées et du concept d'avionique modulaire intégrée²⁸



Source : Gatti (2015), p. 8.

Ces ruptures technologiques représentent des enjeux majeurs pour les prochains programmes, en particulier sur les conditions de l'intégration des prochaines générations de composants électroniques pour lesquels les technologies ne sont pas à maturité, et ont conduit au lancement de programmes de recherches internationaux de part et d'autre de l'Atlantique pour anticiper au mieux ces impacts.

La standardisation des plateformes avioniques évolue grâce aux développements des technologies de composants électroniques. La dépendance de l'avionique envers les secteurs aéronautique et électronique oriente les choix technologiques des acteurs. Une des premières caractéristiques de cette dépendance tient aux différences entre les cycles d'innovation et de

²⁸ Dans la réalisation de cette architecture, le fournisseur de module (*Module Supplier*) est responsable de la réalisation de l'intégralité du module (partie matérielle et système) tandis que le fournisseur de fonction (*Function Supplier*) n'est en charge que du développement de la fonction logicielle qui va être implémentée dans le module, chaque module pouvant désormais supporter plusieurs fonctions (potentiellement réalisées par plusieurs fournisseurs).

vie des produits dans ces deux industries. Si le secteur aéronautique est caractérisé par des processus de développement des produits très longs (sept ans en moyenne entre le lancement d'un programme et le premier vol de l'appareil pour un avion civil), le secteur électronique est un secteur dont les rythmes de développement et d'introduction de nouveaux produits sont très rapides, avec une moyenne de deux ans entre les premiers projets et l'introduction sur le marché. Ces différences de cycles ont un impact sur les opportunités d'innovation dans le secteur avionique, puisque les produits développés pour des applications aéronautiques doivent être des solutions innovantes sur des technologies fiables (en termes de durée de vie et de disponibilité sur la durée du programme), là où le secteur électronique agit par innovation de rupture avec une réduction de la disponibilité des technologies dans le temps pour une fiabilité de plus en plus difficile à garantir dans les conditions d'utilisation de l'avionique. Cette problématique peut être traitée en abordant la question des problématiques soulevées par l'introduction massive des composants COTS dans les systèmes avioniques.

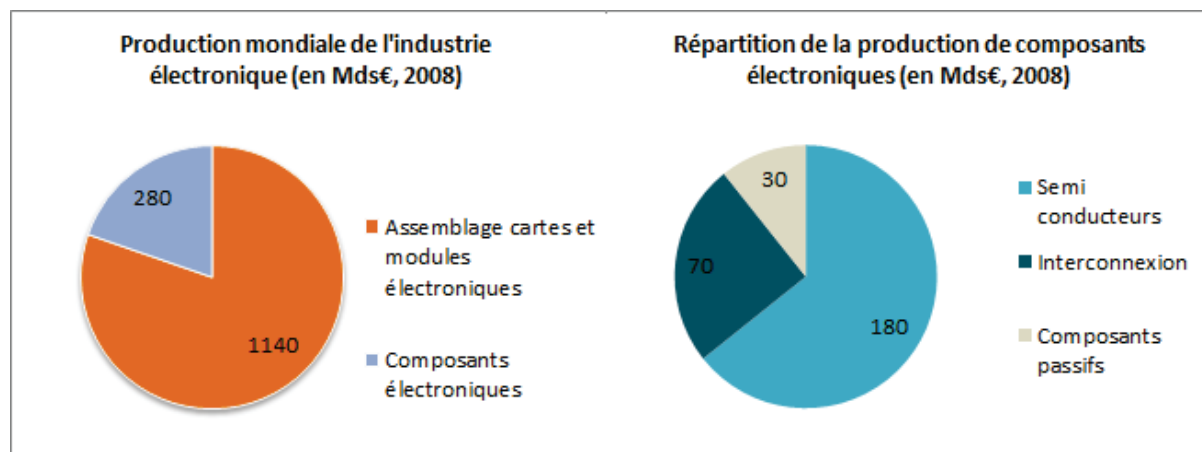
En effet, la course à la miniaturisation des composants semi-conducteurs génère une hausse des investissements en R&D pour les fabricants de composants, une multiplication par trois des coûts de développement entre chaque génération de composants et une concentration du nombre d'acteurs capables de développer les prochaines générations. L'explosion de l'électronique grand public et la réduction des budgets de recherche publics destinés à la défense ont marqué un tournant dans le secteur aéronautique. Par ailleurs, en raison des conditions d'utilisation des composants électroniques (environnements contraints exigeant une fiabilité constante des équipements), les secteurs de l'aéronautique et de la défense disposaient de filières de production de composants dédiées, voire avaient en interne les compétences et ressources pour produire ces composants.

La miniaturisation des composants et la croissance des marchés des télécommunications et de l'informatique dite personnelle (ou « *consumer* ») ont généré un désintérêt pour la production de composants dédiés (moins de 1% de la production des semi-conducteurs) et favorisé l'utilisation de composants sur étagères COTS (Saunier, 2008). Les filières dites dédiées ont été jugées peu rentables en raison de faibles volumes de production et leur fin a été poussée par la directive Perry aux États Unis en 1994²⁹, imposant l'utilisation de COTS qui représentent aujourd'hui près de 95% des composants utilisés dans ces secteurs. Ainsi en 2008, la production mondiale d'équipements électroniques pour le secteur de l'aéronautique et de la défense était estimée à 27,6 milliards d'euros, dont 28% destinés à l'avionique (Décision, 2012). Bien que la production de composants électroniques représente une part

²⁹ Nous renvoyons le lecteur page à la note de bas de page p. 116.

mineure de la production du secteur électronique (cf. Tableau 6), ce sont ces composants qui sont à l'origine des ruptures technologiques majeures du secteur et en particulier les composants semi-conducteurs.

Tableau 6 Répartition de la production mondiale de l'industrie électronique et des composants électroniques en 2008



Source : auteur, d'après Décision (2012).

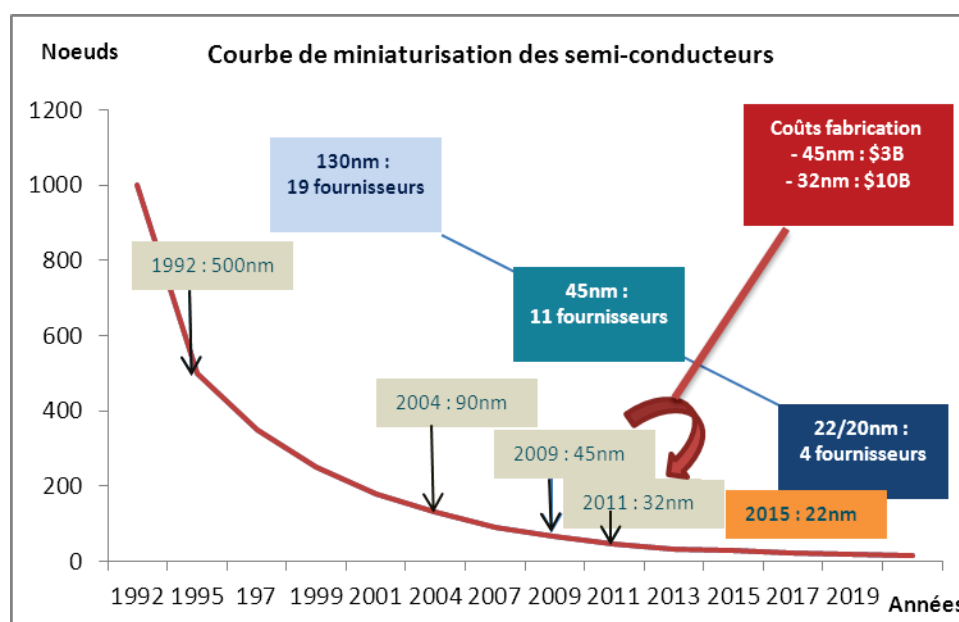
Outre la perte du rôle de leader sur les développements technologiques de l'électronique, c'est à la perte de contrôle des usages de ces composants que les acteurs des secteurs de l'aéronautique et la défense sont à présent confrontés. Les opportunités de progrès techniques offertes par les composants COTS contribuent fortement à l'innovation des programmes aéronautiques, par la réduction de la masse de l'avion avec le passage progressif de l'hydraulique et du pneumatique à l'électrique, par l'augmentation de la manœuvrabilité de l'appareil grâce aux commandes de vol électriques et par l'amélioration des outils de communication et de surveillance en vol (Sghairi Haouati, 2010). La miniaturisation des composants COTS soulève d'importantes questions sur la maîtrise des technologies dans le cadre d'applications dans des environnements contraints comme l'avionique civile. Premièrement, les équipementiers et systémiers doivent être en mesure, au moment de la certification, de démontrer que le cycle de développement (dit « cycle en V »)³⁰ a bien été respecté et d'en apporter les preuves justifiant le bon fonctionnement de tous les composants, sous-systèmes (documentaires, traçabilité, etc.). Or, cette responsabilité ne repose pas sur les fabricants de composants électroniques (micro-processeurs, mémoires, etc.) qui ne délivrent pas toujours un dossier de traçabilité détaillé du développement du composant, de ce fait les

³⁰ Le cycle en « V » est une méthode de gestion de projet industriel composé de plusieurs phases allant de l'analyse des besoins à la commercialisation.

équipementiers doivent procéder à des analyses et à des essais de qualification spécifiques sur ces composants afin d'apporter les preuves qu'ils peuvent être utilisés conformément aux normes et exigences en vigueur dans le secteur aéronautique.

Deuxièmement, ces composants dont la finesse de gravure ne cesse de se réduire (cf. Tableau 7), sont également plus enclins au vieillissement et à l'obsolescence prématurés. En effet, la réduction de la finesse de gravure augmente leur sensibilité par rapport à certains phénomènes (radiations, etc.) et l'apparition précoce de comportements défailants (comme des temps de réponse plus lents) entraînant l'incapacité du composant à remplir correctement les tâches assignées (Regis et al., 2013).

Tableau 7 Courbe de miniaturisation des semi-conducteurs



Source : auteur, d'après Regis et al. (2013).

Du fait des interrogations autour de leur durée de vie utile, leur utilisation dans les systèmes avioniques amène les équipementiers à se préoccuper du traitement des obsolescences et du remplacement des équipements, ceux-ci ne pouvant supporter toute la durée de vie du programme en conditions opérationnelles (5 ans en moyenne pour les technologies contre 30 ans pour les programmes aéronautiques). Or le renouvellement technologique de l'industrie électronique par substitution (arrêt de la fabrication des anciens composants) et l'impossibilité à garder des stocks internes par les équipementiers (toujours pour les raisons d'obsolescence et de coûts) les obligent à substituer les composants obsolètes par des composants de nouvelle

génération tout en s'assurant de leur conformité avec les exigences définies pour le système (afin de minimiser le coût d'une nouvelle certification). Ces différentes problématiques engendrent des coûts nouveaux que les équipementiers doivent prendre en considération, et leur impose de développer (voire redévelopper) eux-mêmes de nouvelles compétences autour de l'analyse et du test de ces composants.

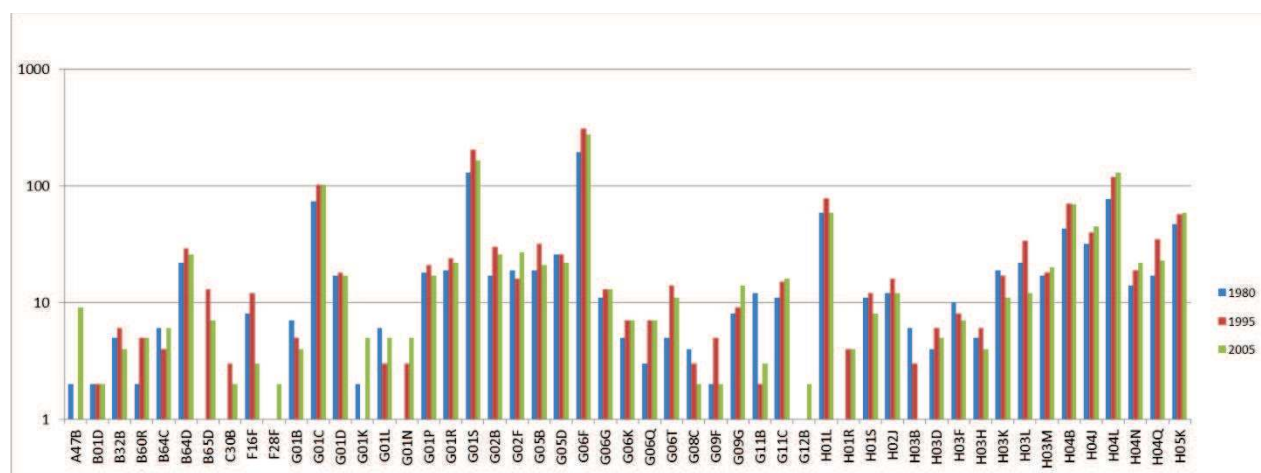
Bien que ces problématiques quant aux développements des systèmes avioniques soient démontrées par l'évolution de ces derniers dans les récents programmes, elles n'ont pas fait à ce jour l'objet d'étude approfondie pour analyser les origines de la situation actuelle. À l'appui des études de cas menées, nous proposons dans les points à venir de répondre à cette question en mettant en évidence une dépendance de sentier technologique forte.

2.1.3. Un secteur dominé par une dépendance de sentier forte

L'aéronautique est un secteur où la complexité des systèmes à développer et les exigences en matière de sécurité et de sûreté expliquent des temps de développement longs et l'importance des savoir-faire antérieurs. Dans ce cadre, l'aéronautique, et l'avionique de fait, sont des secteurs où la dépendance de sentier sur le plan technologique est très forte. Le maintien des connaissances et compétences sont nécessaires non seulement durant les phases de R&D mais aussi jusqu'au terme de la vie de l'avion afin de garantir la capacité à maintenir les systèmes opérationnels et leur perfectionnement (pour préparer les nouvelles générations).

Cette dépendance de sentier est confirmée dans notre observation de la dynamique des connaissances produites sur les classes techniques répondant du domaine avionique. Ainsi, dans la Figure 20, nous constatons que la quasi-totalité des classes se maintiennent tout au long de la période étudiée.

Figure 20 Évolution des dépôts de brevets des acteurs de l'avionique par domaine technique (moyenne annuelle/période)



Source : auteur, d'après Beaugency et al. (2012).

Nous constatons ainsi que l'effort de R&D est constant dans l'ensemble des domaines technologiques du secteur et confirme la dualité électronique/aéronautique du secteur. Sa complexité est également mise en avant puisque la base de connaissances comprend à la fois des dépôts dans les domaines de la mesure pour maîtriser l'environnement de l'avion (G01 sur la distance, les températures, les distances etc.), de la commande, de la régulation (G05) et du traitement de données (classes G06) ou encore leur transmission et communication (H04). De plus, l'ensemble de ces classes affiche une progression continue sur l'ensemble de la période (voir Annexe 5 le détail des classes techniques du secteur).

Une observation plus fine des dynamiques du secteur laisse apparaître un changement de régime technologique. En effet, à l'émergence de l'électronique embarquée (dans les années 1980) le secteur présentait les caractéristiques d'un régime routinier, où la stabilité technologique était garantie par les transferts de technologie du militaire vers le civil, avec une maîtrise complète des développements des composants. La dépendance de plus en plus forte envers les technologies de l'électronique bouleverse cette stabilité et favorise le passage de plus en plus marqué à un régime entrepreneurial, dans lequel les firmes doivent innover en permanence, dans un environnement concurrentiel plus dense et complexe. Mais dans le même temps, la durée de vie des générations d'avions ne cesse de s'accroître, et certains produits ont eu le temps de voir plusieurs sauts technologiques avant d'être embarqués. L'étude de ce changement est visible lors de l'observation des dynamiques de la demande (point 2.2) et des acteurs (point 2.3).

2.2. L'avionique, un enjeu au cœur des programmes aéronautiques

Dans le point précédent, nous avons introduit tous les éléments introduisant les technologies à la base du secteur pour montrer comment les acteurs ont progressivement exploité ces dernières et contribué à la construction de la base sectorielle. Nous allons réserver ce point à l'étude de la demande en nous concentrant sur l'observation de la chaîne de production des systèmes avioniques. En premier lieu, nous développons la définition de ces derniers pour mettre en évidence d'une part, l'impossibilité pour un seul acteur de réaliser seul l'ensemble de la chaîne de production d'un système dans l'aéronautique et d'autre part, expliquer comment s'est structurée l'industrie aéronautique et comment se positionne la production des systèmes avioniques au regard de cette chaîne de valeur. En particulier, nous insistons sur la relation entre les développements technologiques et les programmes aéronautiques pour mettre en évidence les contraintes pesant sur les choix technologiques des acteurs du secteur.

2.2.1. La complexité technique des systèmes avioniques

En introduction de ce chapitre, nous avons souligné que l'avionique est le secteur produisant des biens électroniques pour des applications exclusivement aéronautiques. De fait, les firmes actives dans le développement de ces produits sont impactées par les développements technologiques des deux secteurs, par les acteurs propres à ces secteurs (en tant que concurrents potentiels) par les règles et institutions qui y ont lois. Les procédés de développement des systèmes avioniques répondent du régime technologique des systèmes complexes (Marsili et Verspagen, 2002). Les firmes relevant de ces régimes œuvrent à la production de systèmes et sous-systèmes dont la réalisation requiert une maîtrise des technologies du système et de celles de leur environnement d'intégration final. L'étude de la production de ces systèmes, dont les systèmes avioniques, a été abordée dans la littérature sous l'appellation des systèmes et produits complexes (*COmplex Products and Systems* ou *CoPS*) (Hobday, 1998 ; Hobday et al., 2000 ; Prencipe, 1997, 2000 ; Acha et Brusoni, 2008)³¹.

Les produits avioniques sont couramment présentés comme des systèmes. La définition d'un système trouve de nombreux échos dans la littérature. Ainsi, pour définir cette approche dans le cadre spécifique de l'aéronautique, nous nous sommes appuyés sur une littérature plus

³¹ L'étude de la littérature sur les CoPS présente une approche nouvelle pour étudier la production dans les secteurs tels que l'électronique ou l'aéronautique. Cependant, cette littérature n'est pas encore suffisamment définie pour présenter un cadre intéressant susceptible d'apporter des éléments de réponse à notre étude sur le secteur avionique. Nous avons cependant tenu à présenter au lecteur un résumé de cette littérature en Annexe 6.

technique sur les travaux des ingénieries systèmes et les normes encadrant leur réalisation. Un système est alors défini comme « un ensemble d'éléments interopérables dont les capacités sont spécifiées et bornées, et fonctionnant en synergie pour réaliser une tâche à valeur ajoutée, afin de satisfaire les besoins opérationnels d'un utilisateur dans un environnement opérationnel particulier et avec un résultat et une probabilité de succès spécifiés » (Wasson, 2006, cité par Verries, 2010, p. 20). L'avion est ainsi découpé en fonctions et sous-fonctions donc en systèmes tous listés par l'*Air Transport Association (ATA)*³², chaque système relevant d'un élément structurel précis de l'avion. Cette définition apporte des éléments à celle proposée dans la norme ARP4754 (SAE, 1996) qui reste très générale dans son approche, et souligne également la complexité d'un système aéronautique pour lesquels plusieurs dimensions sont à prendre en compte :

- la réalisation de chaque système répond à des process spécifiques, à la fois génériques comme les normes de développement matériel et logiciel, propres à chaque avionneur qui correspondent à son process d'organisation industrielle de la conception et de l'industrialisation de l'avion (spécifications techniques) ;
- le système est composé d'éléments qui interagissent ensemble pour assurer une fonction dans un cadre opérationnel déterminé. Ces éléments peuvent être différents par nature (technologies électronique, pneumatique ou hydraulique) et par moyens (humains, matériels), et l'architecture du système doit être parfaitement maîtrisée pour garantir le fonctionnement du système (maîtrise des effets générés par ces interactions). Les systèmes avioniques sont souvent décomposés en trois parties, une partie mécanique (regroupe les éléments dynamiques comme senseurs et les actionneurs), une partie électronique (calculateur) et une partie logicielle (porte la fonction du système) ;
- la gestion de la conception et de l'industrialisation de tels systèmes conduit au développement de compétences en gestion de projets complexes afin de coordonner le réseau d'acteurs impliqués, tant interne à la firme (compétences métiers impliquées) qu'externe (clients et fournisseurs). La gestion en termes de coûts et de délais est généralement déterminée par les régimes de contractualisation.

De fait, la base de connaissances du secteur est complexe. Elle comprend tout d'abord les connaissances des équipementiers qui détiennent les compétences nécessaires à la réalisation des sous-systèmes, la maîtrise des technologies de composants ainsi que des connaissances plus générales sur l'interfaçage des systèmes. Puis, celles des avionneurs dont la base de

³² Nous renvoyons le lecteur à l'Annexe 4 pour la présentation des principaux systèmes avioniques de l'ATA.

connaissances se structure essentiellement autour des compétences liées à l'intégration des systèmes dans le produit final (l'avion) qui sont privilégiées et ensuite des compétences techniques plus ciblées sur certains systèmes critiques (comme les commandes de vol pour Airbus, Boeing ou Dassault Aviation) (Beaugency et al., 2015). Enfin, celles des fournisseurs liés au développement des composants dédiés et des sous-systèmes (briques de base).

Dans le secteur avionique, les contraintes liées à la complexité des développements des systèmes ne favorisent pas l'innovation radicale, alors que la rapidité des changements dans le secteur électronique est source d'opportunités technologiques pour les acteurs. Bien qu'un système apparaisse comme un bloc homogène de connaissances, la réalisation de celui-ci implique plusieurs partenaires, en raison de sa complexité. Un système peut alors être découpé en sous-systèmes ou équipements qui participent ensemble (éléments interconnectés) à l'architecture du système. Cependant, une certaine cohérence dans l'historique de l'évolution des trajectoires technologiques du secteur est établie par la relation entre les rythmes technologiques des acteurs et les programmes aéronautiques.

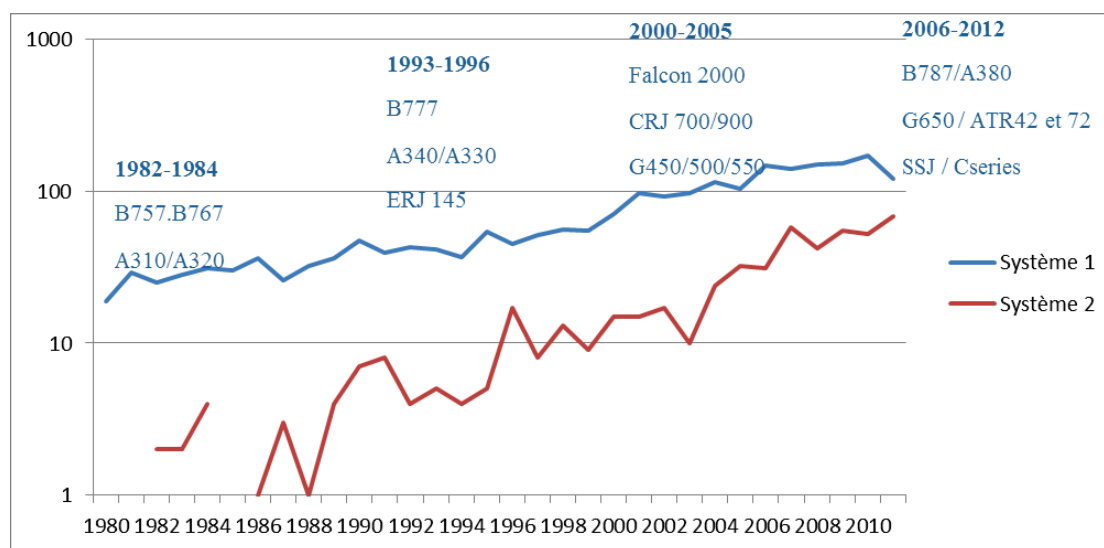
2.2.2. La corrélation entre les cycles technologiques et les programmes aéronautiques

La production de systèmes avioniques répond à une demande spécifiée par un avionneur pour un programme en particulier. Les efforts de développements R&D et les études amont sont financés ainsi en partie suivant les spécifications des avionneurs. Cependant, avec les défis technologiques auxquels les fournisseurs d'équipements avioniques sont confrontés notamment dans l'introduction des nouvelles technologies en électronique, la relation entre les investissements R&D et les programmes aéronautiques tend à disparaître. Pour aborder cette question, nous avons choisi d'examiner la corrélation entre les cycles des technologies et ceux des premières livraisons des appareils.

En premier lieu, en nous appuyant sur les études des Systèmes 1 et 2, nous montrons qu'en considérant l'ensemble des dépôts de brevets relevés pour ces systèmes, il paraît difficile de faire émerger une telle relation. En effet, la Figure 21 nous permet de montrer l'effort de plus en plus constant des acteurs dans l'activité inventive concernant ces deux systèmes, particulièrement régulière dans le cas du Système 1. Le cas du Système 2³³ nous permet d'observer davantage d'irrégularités mais il ne nous permet pas de conclure quant à une relation avec les programmes aéronautiques.

³³ Dans le cas du Système 2, son utilisation dans les programmes civils démarre dans les années 2000 avec les programmes du Boeing B787 et des Airbus A380 et A350. Les dépôts enregistrés au début des années 1990 correspondent quant à eux aux programmes militaires du F22 de Lockheed Martin et du Rafale de Dassault.

Figure 21 Évolution des dépôts de brevets pour les systèmes 1 et 2 sur la période 1980-2010 (en familles de brevets/an)



Source : Orbit, retraitement statistique de l'auteur.

Face à cette constante sur la dynamique technologique de ces systèmes, nous avons ramené l'étude de cette corrélation au niveau des fournisseurs d'équipements avioniques en analysant les cycles technologiques de leurs développements sur ces systèmes pour les comparer aux programmes aéronautiques. Ainsi, nous avons concentré notre analyse sur cinq acteurs majeurs du domaine³⁴ pour représenter la dynamique du secteur. Les acteurs 1 à 4 sont des acteurs historiques du domaine, le dernier est en revanche devenu un nouveau concurrent sérieux depuis les années 2000 sur certains systèmes.

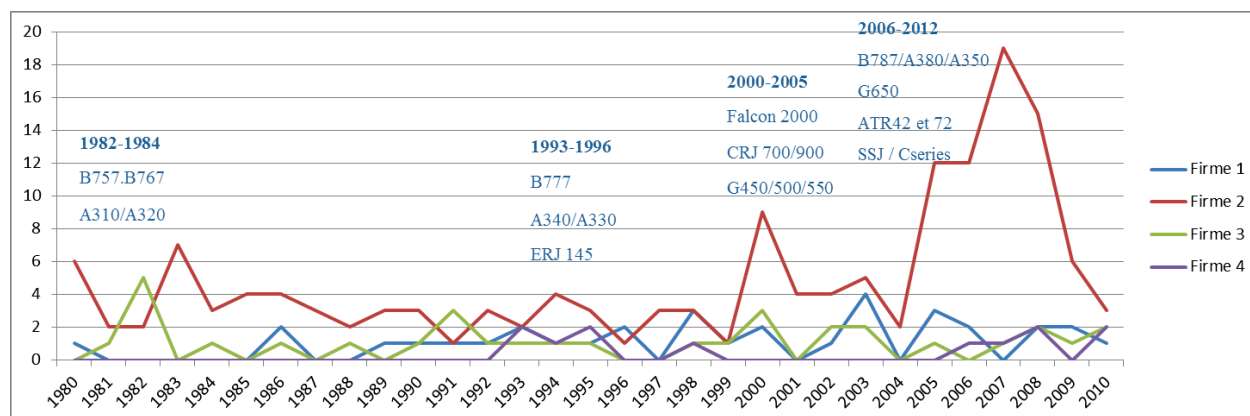
En deuxième lieu, nous avons alors examiné les dépôts concernant les Systèmes 1 et 2 en nous concentrant sur les quatre acteurs de notre panel impliqués dans la réalisation de ces systèmes³⁵. Ainsi, la Figure 22 fait état d'importants dépôts de brevets dans le début des années 1980 pour deux des firmes étudiées qui correspondent aux premières livraisons des grands programmes de Boeing (B757 et B767) et d'Airbus (A310 et surtout A320). Dans le cas du Système 1, nous constatons ainsi que les pics de dépôts de brevets par les firmes coïncident avec les périodes de lancement des programmes majeurs de chaque période, cycles particulièrement marqués dans le cas de la firme 1. En effet, nous constatons à nouveau une activité inventive forte au début des années 2000 et après 2005, la première correspondant aux travaux de recherche et d'études amonts pour les deux gros programmes de la décennie,

³⁴ Pour des raisons de confidentialité liées aux activités du Groupe Thales, nous taïrons ici les noms des firmes concernées.

³⁵ Pour précision, la firme 5 ne réalise pas ces systèmes.

l'Airbus A380 et le Boeing B787, porteurs sur lesquels cette firme joue un rôle important pour le système. Nous retrouvons également cette relation entre l'A380 et l'activité inventive de la firme 1 dans le début des années 2000, ainsi qu'entre le B787 et la firme 4 sur la fin de la même décennie. On peut alors supposer que la stratégie des firmes concernant les développements liés à ce système a été, jusqu'au début des années 2000, de protéger par le secret leurs travaux jusqu'à la fin et de déposer ensuite l'ensemble des brevets clés sur une période courte précédant le lancement du porteur. Le changement de stratégie au début des années 2000 concernant ce système peut être lié à la montée en puissance de nouveaux avionneurs en particulier sur les marchés du régional et du business jet et donc l'opportunité de financements d'études amont et de travaux de R&D plus régulière sur la période.

**Figure 22 Évolution des dépôts de brevet des acteurs sur le Système
(Nombre de familles de brevets déposés/an)**

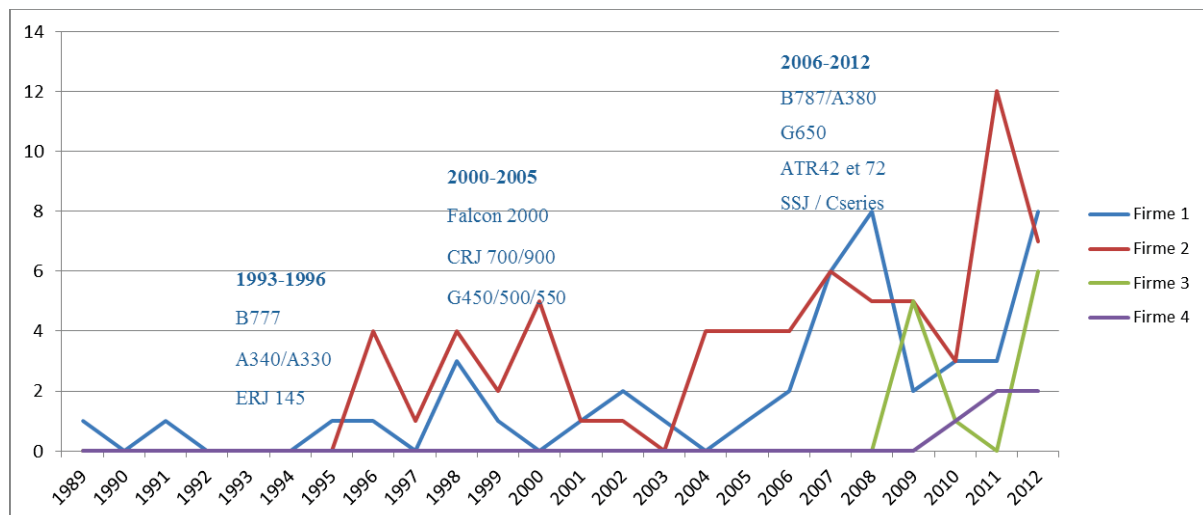


Source : Orbit, retraitement statistique de l'auteur.

En comparaison, nous avons reproduit cette analyse sur le Système 2 (Figure 23). Ce système est une des innovations majeures implantées dans les programmes militaires à partir des années 1990 et récemment dans les programmes civils, à partir de l'Airbus A380. Dans ce cas d'étude, la stratégie de dépôt de brevets observée est radicalement différente de celle observée pour le Système 1. En effet, alors que dans le cas du Système 1 nous observons une corrélation avec les premières livraisons d'appareils, nous constatons ici une plus forte activité inventive durant l'ensemble des périodes de recherche (études amont et développements) antérieures aux lancements des porteurs. Ainsi, les firmes 1 et 2 ont soutenu une activité de dépôt intensive sur la période couvrant les années 1990 et le début des années 2000

correspondant au programme de l'A380³⁶. À nouveau, l'activité de dépôt repart à partir de 2004 pour la firme 1 (qui correspond au lancement du programme du B787³⁷) et à partir de 2006 pour la firme 2 (programme de l'A350³⁸). Le système s'est imposé comme standard ce qui explique l'intérêt porté très récemment par les autres firmes du secteur. Dans le cas de la firme 3, les recherches ont commencé vers 2005 avec les réflexions autour du développement d'une suite avionique complète intégrant le système, ce qui explique les dépôts après cette période. Dans le cas de la firme 4 en revanche, l'activité de recherche a démarré après l'acquisition de la firme réalisant une partie du système pour un des programmes majeurs précédemment évoqués. La firme s'est alors progressivement imposée comme un acteur du secteur pour la réalisation du système.

**Figure 23 Évolution des dépôts de brevet des acteurs sur le Système 2
(Nombre de familles de brevets déposés/an)**



Source : Orbit, retraitement statistique de l'auteur.

La stratégie suivie par la firme 4 observée dans le cas du Système 2 répond à une volonté de maintenir une position sur un marché, par l'acquisition intentionnelle de connaissances et de compétences nécessaires à la maîtrise d'une technologie. Elle traduit également la nécessité pour les firmes du secteur de revoir leurs stratégies de Recherche et de Développement face à la rapidité des changements technologiques et à l'émergence de nouveaux acteurs pour

³⁶ Les premières réflexions autour du lancement d'un gros porteur par Airbus ont en effet été lancées courant des années 1990, pour une annonce officielle du programme au début des années 2000, avec un premier vol en 2005 et une première exploitation commerciale en 2007.

³⁷ Le programme de Boeing B787 a été lancé officiellement en 2004, avec un premier vol réalisé en 2009 et une première exploitation commerciale en 2011.

³⁸ Profitant des développements initiés par le programme A380, Airbus décide de lancer en 2004 l'étude du programme de l'A350, concurrent du Boeing 787, qui effectue son premier vol en 2013 avec une mise en service à partir de 2015.

préparer les futurs systèmes.

L'étude de ces dynamiques tant celles des technologies à l'origine des changements dans la trajectoire technologique du secteur que celles affectant la demande nous amène à nous pencher sur l'analyse de l'organisation de la production de ces différents éléments qui s'inscrit dans une organisation industrielle très structurée qualifiée de chaîne de valeur.

2.2.3. Une demande structurée par la chaîne de valeur des avionneurs

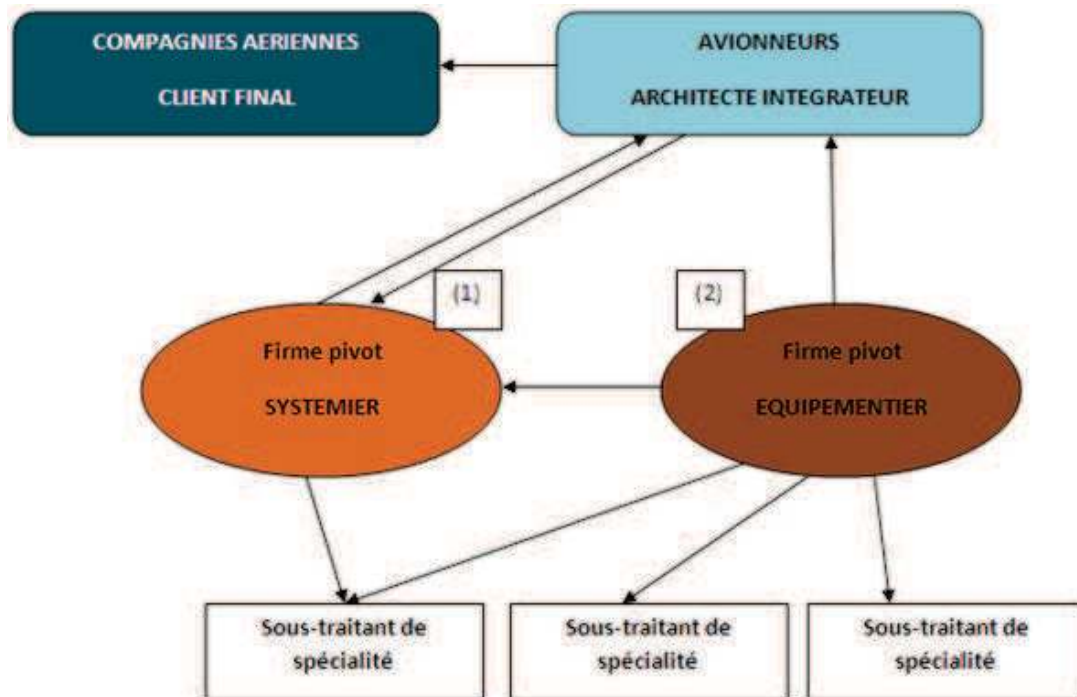
La complexification de la conception (compétences nécessaires à l'imagination des futurs systèmes, et du système global) et de la production d'un avion a opéré d'importants changements dans l'industrie aéronautique. Les avionneurs ont développé de nouvelles compétences pour la maîtrise globale de la conception du système avion, son assemblage final et sa commercialisation, tout en transférant sur des équipementiers la responsabilité de la production des sous-systèmes. Cette réorganisation de la chaîne de valeur a nécessité la mise au point d'une conception plus modulaire de l'avion, permettant la réalisation simultanée de plusieurs modules ou systèmes, facilitant le design initial et l'assemblage final (Frigant, 2013 ; Frigant et Talbot, 2005). Par ce biais, l'avionneur maîtrise mieux la complexité de l'avion en réduisant les interactions possibles entre les différents modules au strict minimum, ainsi que l'amélioration continue de l'équipement, la modularité permettant la mise à jour technologique de l'équipement suivant son cycle de vie, sans que cela affecte les modules ou systèmes connectés ni ne remette en cause la certification initiale (Sauro, 2008).

La chaîne de valeur traduit une forme de relation verticale entre différentes entités (firmes, universités, etc.) autour d'un projet, de la réalisation d'un produit. Dans l'aéronautique, les nombreux travaux en particulier autour de la production des moteurs (Prencipe, 1997, 2000 ; Brusoni et al., 2001) ont souligné une certaine complexification de la chaîne de valeur au fur et à mesure des programmes. Les facteurs à l'origine de cette complexité sont multiples, à la fois endogènes à l'industrie aéronautique, mais aussi exogènes en lien avec les secteurs parallèles, dont l'électronique. Ainsi, les changements de politiques industrielles des avionneurs (recentrage sur les activités de conception et d'intégration des systèmes, montée en cadence de production pour absorber les commandes) les ont progressivement amené à se construire un réseau de sous-traitance complexe permettant de développer plus régulièrement de nouveaux programmes, de supporter leurs coûts, et d'acquérir de nouvelles compétences et savoirs nécessaires à leur réalisation (Brusoni et Prencipe, 2001 ; Talbot, 2011 ; Gilly et al.,

2011 ; Kechidi et Talbot, 2013). Cette chaîne de valeur s'articule autour d'acteurs de rangs élevés (systémiers ou équipementiers de rang 1 ou 2) dont l'importance dans le développement de systèmes croît considérablement sur les récents programmes, l'avionneur confiant à ceux-ci la réalisation de systèmes de plus en plus complexes. Outre la réalisation du système, ces acteurs gèrent et coordonnent désormais les études amont, le développement de parties ou sous-parties et l'intégration des différents ensembles composant le système, ce qui les a conduits à développer des compétences particulières d'intégrateur de systèmes, compétences jusque-là détenues par les avionneurs.

De plus, ces acteurs qualifiés de « firmes-pivot » (Cagli et al., 2009 ; Zuliani, 2008) ont progressivement intégré de nouvelles responsabilités, financières d'abord (*risk-sharing* avec l'avionneur et augmentation des investissements R&D sur fonds propres), mais aussi opérationnelles (le management de tels projets impose un respect strict de la qualité, des coûts des produits et des délais ; la firme est aussi garante de la fiabilité des systèmes et de leur conformité avec les normes pour la certification). La terminologie de firme-pivot est désormais étendue à ces fournisseurs stratégiques en raison de leur position centrale (nœud) dans le réseau qui les a progressivement amenés à revoir leur gestion des compétences internes et ont constitué une base de sous-traitance (Gilly et al., 2011 ; Becue et al., 2014). L'organisation de la sous-traitance par ces firmes pivots de l'aéronautique dépend de la complexité de développement d'un équipement ou système, et de la relation établie. Ainsi, Zuliani (2008) a caractérisé trois types de fournisseurs selon ces critères : les co-traitants sont des fournisseurs avec lesquels la firme pivot entretient d'étroites relations de conception commune de l'équipement ou du système ; les partenaires technologiques répondent à une logique marchande classique d'achat d'équipements ou services ; les sous-traitants de capacité comme les sociétés du logiciel notamment ceux dit « temps réel critiques » répondant à des conditions de développement très contraintes (en raison de leur criticité).

Figure 24 Chaîne de valeur de l'avionique



Source : auteur, d'après Talbot (2011).

L'application par les avionneurs d'une nouvelle politique de sous-traitance en favorisant la montée en compétences des équipementiers a placé certains de ceux-ci en capacité de prendre, selon l'avionneur, tantôt un rôle de systémier (1) ou d'équipementier (2). La Figure 24 illustre l'apparition d'équipementiers en capacité de prendre le rôle de systémier. Dans le cas de l'avionique, si Airbus maintient clairement son rôle d'architecte intégrateur et de systémier de par son rôle dans la définition et la conception amont des systèmes avant la livraison des spécifications techniques à ses équipementiers, Boeing (et d'autres avionneurs comme Embraer ou Bombardier) agit davantage en tant qu'intégrateur final en confiant la conception du système à ses équipementiers qui, de ce fait, prennent en charge le rôle de systémier en gérant la conception, la production et l'organisation de leur chaîne de sous-traitance à la place de l'avionneur. Ainsi, de grands acteurs tels qu'Honeywell sont à la fois systémier sur des programmes de Boeing et équipementier sur des programmes d'Airbus (Beaugency et al., 2015).

Si la dynamique technologique du secteur semble stable, nous avons montré qu'à l'échelle de l'acteur et plus précisément des fournisseurs d'équipements avioniques, cette stabilité semble bouleversée par l'adaptation aux changements rapides des cycles technologiques du secteur

électronique. Il convient alors d'étudier de plus près les impacts de ces changements technologiques sur les acteurs et sur la construction de leur stratégie d'innovation. Les firmes jouent un rôle déterminant dans la construction des connaissances du secteur, et, dans le cas de l'aéronautique et de l'avionique, cette stabilité technologique du secteur est liée aux choix des acteurs, tant ceux des avionneurs que des systémiers.

2.3. Les interactions entre les agents du secteur

Une troisième dimension du SSIP de l'avionique est la compréhension des relations entre les acteurs du secteur. La nature des liens entre les agents peut être formelle (contractuelle) ou non (relation de concurrence). Dans le cas de l'avionique, nous nous sommes attachés à analyser ces relations afin de comprendre comment les acteurs construisent leur base de connaissances.

D'un domaine disparate dans les années 1980 où chaque acteur était spécialisé sur une fonction et le développement de son système approprié et où les avionneurs maîtrisaient ces connaissances, l'avionique est désormais un secteur structuré. Face à la demande des avionneurs et à l'organisation de leur chaîne de valeur, les équipementiers ont eux aussi organisé leur chaîne d'approvisionnement pour répondre à cette demande. Ainsi, tout en élargissant leur gamme de produits, ils ont soit étendu leurs compétences par acquisition de sociétés (en particulier par des mouvements de fusion et acquisitions ayant contribué à la concentration des acteurs dans les années 1990), soit délégué la production de sous-systèmes à leurs fournisseurs tout en bénéficiant de cette relation pour acquérir *a minima* les connaissances et compétences nécessaires (Acha et Brusoni, 2008).

Les connaissances produites à l'issue du processus d'intelligence technologique nous permettent d'éclairer ces observations sur les relations entre les acteurs du secteur et d'analyser en détail l'évolution des principaux concurrents pour traiter les points suivants :

- premièrement, l'existence de relations entre ces acteurs. L'organisation de la production des systèmes avioniques dans la chaîne de valeur de l'aéronautique amène ces acteurs à travailler ensemble au développement d'un système tout en poursuivant séparément la préparation des prochains sauts technologiques. Nous montrons que certains aspects de cette coopération sont réalisés à l'insu des acteurs eux-mêmes. En nous appuyant sur la construction par les acteurs de leurs bases de connaissances propres établies d'après l'observation de leurs brevets et publications scientifiques, nous sommes en mesure d'observer la part réservée aux

- références sur les travaux antérieurs de la firme mais aussi la part que représentent les travaux des autres acteurs ;
- deuxièmement, nous montrons l'ouverture des fournisseurs d'équipements avioniques vers d'autres acteurs de leur environnement et en particulier les centres de recherche et les universités. Cette ouverture se caractérise par une augmentation des collaborations firmes-universités qui contribue à la dynamique d'apprentissage des firmes avioniques par un apport de connaissances externes. Ces projets de partenariats sont étroitement liés aux phases amont de recherche au cours desquelles les acteurs explorent plusieurs solutions technologiques susceptibles d'être par la suite retenues dans le cadre d'un programme ;
 - troisièmement et dernièrement, nous abordons la question de la place du donneur d'ordre, et en particulier de l'avionneur, dans le secteur. En tant que maître d'œuvre, l'avionneur joue un rôle déterminant dans les choix technologiques et la définition des systèmes. Nous verrons que ce rôle tend à évoluer en montrant l'intérêt porté par les avionneurs au secteur avionique, en observant l'évolution de leurs bases de connaissances. Ce dernier point soulève des questions quant aux choix d'externalisation de la production des systèmes critiques, questions pour lesquelles ces travaux amorcent des propositions de réflexion.

2.3.1. D'un secteur initialement concentré à une concurrence croissante

Dans les années 1960-1990, le secteur avionique n'est pas encore clairement identifiable dans le secteur aéronautique. Les acteurs de l'avionique sont soit des entreprises fabricants des instruments de navigation ou des systèmes (comme les moteurs) ayant développés leurs compétences pour adresser l'aéronautique, soit les avionneurs (Lockheed, Boeing, Dassault, Aerospatiale, British Aerospace) disposant de divisions dédiées à la production d'équipements de navigation, puis d'électronique. Les autres acteurs sont spécialistes de technologies de pointe produisant des systèmes pour des utilisations militaires comme les radios (Rockwell Collins), la communication (Thomson CSF puis Thales), la signalisation et navigation (Sagem, Sextant Avionique), la commande électronique (Honeywell), les systèmes mécaniques, hydrauliques (Parker Hannifin, Moog, Goodrich).

Dans les années 1990 avec la montée de l'électronique, le secteur s'est concentré autour de grands acteurs spécialisés sur leurs fonctions respectives par rachats de sociétés. Trois grands

acteurs ont alors émergé dans l'avionique : Honeywell (Allied Signal), Rockwell Collins et Thales (depuis 2001, auparavant Thomson CSF). Les acteurs spécialistes des systèmes hydromécaniques tels que Parker, Goodrich et Moog introduisent l'électronique plus tardivement dans leurs produits, dans les années 2000. Ainsi que l'ont souligné Acha et Brusoni (2008), cette dynamique technologique a également contribué à générer des opportunités d'entrée pour les acteurs issus d'autres secteurs mais ayant la maîtrise de la technologie (tels Garmin, qui s'est progressivement imposé comme un acteur majeur sur les technologies de navigation). Cette montée de nouveaux acteurs par opportunité technologique a également été permise par le nivellement des exigences de maîtrise des systèmes par les autorités de certification. En effet, ce sont par les équipements pour lesquels les exigences étaient les moins contraignantes (selon l'échelle des DAL voir Annexe 7) que ces acteurs ont pu adresser le marché de l'avionique, avant de monter en compétences par expérience et absorption des connaissances propres à ce secteur (en particulier sur les processus de développement et de certification) pour concevoir les systèmes de niveaux plus critiques. L'expérience et les connaissances accumulées par les acteurs traditionnels ont été des facteurs décisifs pour la construction de la chaîne de valeur du secteur, en permettant aux avionneurs de disposer de partenaires fiables et solides (à la fois en termes financiers, de maîtrise technique et de gestion de projets). Mais progressivement, le basculement de toutes les fonctions sur des systèmes électroniques a conduit les fabricants historiques de systèmes aéronautiques périphériques (fuel, systèmes d'ouverture de l'appareil, etc.) à réadapter leurs bases de connaissances pour y inclure les compétences en électronique (par exemple les spécialistes du fuel comme Liebherr) pour rester sur le marché, et les électroniciens ont profité de ce mouvement pour élargir leur gamme de produits et développer leurs compétences.

Les études menées dans le cadre de ces travaux soutiennent la thèse d'une remise en cause de la domination des acteurs traditionnels portée par Acha et Brusoni (2008) qui doit être relativisée en raison de la montée de nouveaux acteurs dont la capacité à acquérir les connaissances pour adresser le secteur semble rapide.

2.3.2. La croissance rapide des acteurs sur le secteur

Ainsi que nous l'avons précédemment souligné, l'avionique est un secteur concentré où un petit nombre d'acteurs se partagent le marché. Dans les deux premières sous-sections, nous avons montré que l'avionique relevait effectivement du même régime technologique que le

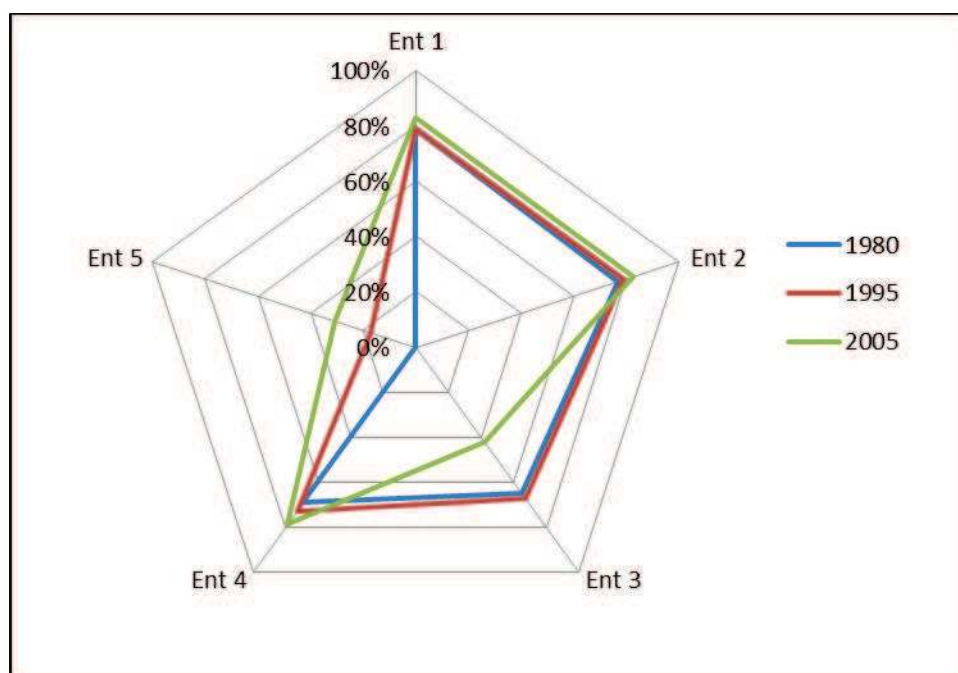
secteur aéronautique, en concluant par la mise en évidence d'une forte dépendance de sentier du point de vue technologique et d'un lien étroit entre les cycles de développement technologique des acteurs et les cycles des programmes aéronautiques. Cependant, nous avons nuancé ce dernier point par l'étude des stratégies des firmes du secteur qui semblent indiquer un changement dans la dynamique technologique du fait de l'influence du secteur électronique qui les contraint à un effort permanent de R&T et R&D hors programmes pour maintenir leurs connaissances à jour.

Les observations concernent la capacité des nouveaux acteurs (sur le secteur ou sur le développement d'un système) à acquérir les connaissances nécessaires au développement des systèmes. Nous introduisons ici qu'en dépit d'une dépendance de sentier forte, les firmes du secteur disposant déjà des compétences à développer plusieurs types de systèmes cherchent à maintenir leur position par la recherche et l'intégration de nouvelles solutions technologiques. Nous montrons également que, si la capacité à développer un système avionique requiert pour les nouveaux acteurs un investissement important pour acquérir les connaissances et compétences, cet investissement facilite par la suite la capacité de l'acteur à adresser le développement d'autres systèmes.

Cas du système 1

Premièrement, l'étude de leurs bases de connaissances montre des trajectoires divergentes entre les acteurs installés depuis les années 1980 (Figure 25). Ainsi, nous constatons que le taux de couverture des classes du domaine avionique est très élevé (80%) pour trois des cinq firmes étudiées et cela dès le début de la période, ce qui peut être interprété par le rôle de firmes leaders du secteur. En revanche, si trois d'entre elles maintiennent cette position avec une légère progression périodique (+ 2% par période), nous constatons que la firme 3 procède quant à elle à un recentrage de son portefeuille technologique sur la période 1995-2005 sur des technologies liées à son cœur de métier (- 20% sur l'ensemble de la période étudiée).

Figure 25 Évolution de la dispersion technologique par acteur sur la période 1980-2005 pour le Système 1 (en %)



Source : auteur, d'après Beaugency et al. (2012).

Deuxièmement, après observation des 52 classes techniques, nous constatons que le retrait technologique de la firme 3 ne cible aucun domaine en particulier mais est généralisé à l'ensemble du secteur. De plus, nous constatons que seuls quelques domaines technologiques semblent préservés avec un nombre de dépôts constants (traitement, reconnaissance et visualisation des données).

Le cas de la firme 5 est en revanche significatif d'un nouvel entrant sur le domaine. L'extension de son domaine technologique est progressive, en premier lieu vers les technologies de la navigation et radionavigation (G01C et G01S). La maîtrise de ces technologies répond d'une logique d'entrée sur le marché en tant que fournisseur de fonctions, déployées sur les systèmes plus complexes dont la charge est confiée aux systémiers de rang plus élevé. Par la suite, la firme 5 a étendu sa base de connaissances technologique vers la maîtrise du traitement de données numériques (G06F), qui correspond au développement de l'interface du système sur laquelle la fonction logicielle est implantée avant de s'intéresser plus récemment aux technologies de base, dont les circuits imprimés (H05K). Nous interprétons ce développement progressif de la base de connaissances comme l'indication d'une volonté de maîtrise de l'intégralité du système, tant la partie matérielle que logicielle, pour proposer une solution complète.

Cas du Système 2

Dans le cas du Système 2, l'étude de la dispersion technologique des acteurs indique une stabilité des technologies couvertes par les dépôts de brevets des firmes 1 à 3 avant et après 2008 (Tableau 8). Si ces firmes ont déposé presque autant de brevets avant et après 2008, la firme 4 n'a démarré ses développements sur les programmes civils que récemment, ce qui explique l'augmentation des dépôts après 2008. En observant la trajectoire technologique suivie par l'acteur, nous constatons son rattrapage : le périmètre technologique couvert par la firme 4 est désormais aussi étendu que celui des firmes qui ont été impliquées avant 2008.

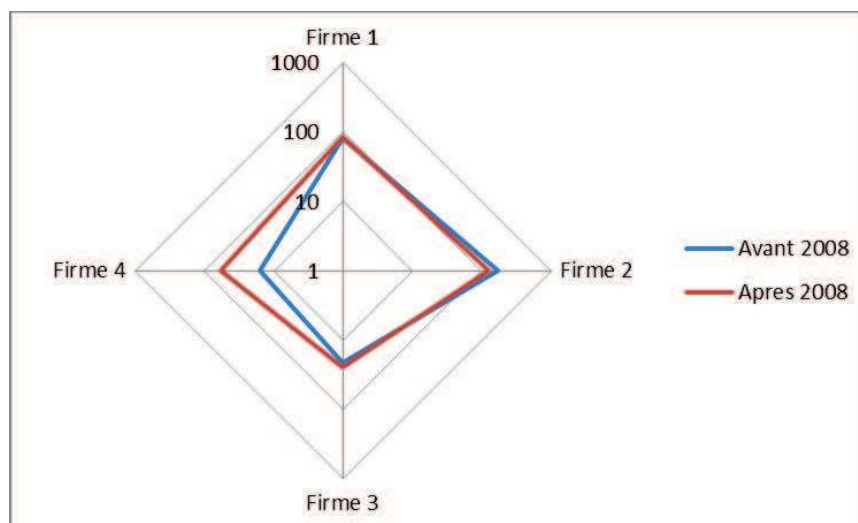
Tableau 8 Évolution des dépôts de brevets des acteurs sur le Système 2 (en familles de brevets)

	Avant 2008	Après 2008
Firme 1	21	24
Firme 2	36	32
Firme 3	7	11
Firme 4	1	10

Source : Orbit, retraitement statistique de l'auteur.

Ainsi, non seulement ces acteurs ont été impliqués dès les premiers programmes exploitant ce système, et ont été des déposants actifs sur l'ensemble de la période, mais les orientations technologiques prises au départ demeurent suivies dans les dépôts actuels, traduisant une dépendance de sentier sur les technologies de ce système (Figure 26).

Figure 26 Évolution de la dispersion technologique par acteur sur la période 1980-2005 pour le Système 2 (en %)



Source : Orbit, retraitement statistique de l'auteur.

Ces premiers éléments d'analyse des dynamiques technologiques des firmes révèlent que, dans le cas de ces systèmes avioniques, les acteurs déjà anciens sur le secteur acquièrent rapidement les connaissances nécessaires au développement de nouveaux systèmes (situation de la firme 4) alors qu'il a fallu une dizaine d'années à un acteur nouveau sur le secteur pour cela (cas de la firme 5).

Un autre élément nécessaire à la compréhension des interactions entre les agents du secteur avionique est relatif à la complexité et aux coûts du développement et de la production des systèmes. Les acteurs ont progressivement été amené à reconsidérer leur modèle de R&T et R&D pour développer des partenariats de recherche, soit avec des concurrents (par exemple lorsque les avionneurs répartissent la réalisation d'un système entre plusieurs équipementiers de rang similaire), soit avec d'autres acteurs internes ou externes au secteur.

2.3.3. Vers de nouvelles formes de relations : l'observation des stratégies partenariales des fournisseurs d'équipements avioniques

L'un des points majeurs de changement dans la réalisation des systèmes avioniques concerne la maîtrise des technologies par une firme. Comme nous l'avons souligné, la complexité croissante des systèmes, tant dans l'enchevêtrement des technologies qui les composent que dans les conditions exigées pour leur réalisation (respect des normes, collaborations étroites

avec l'ensemble des acteurs de la chaîne de valeur) exige des firmes une adaptation permanente.

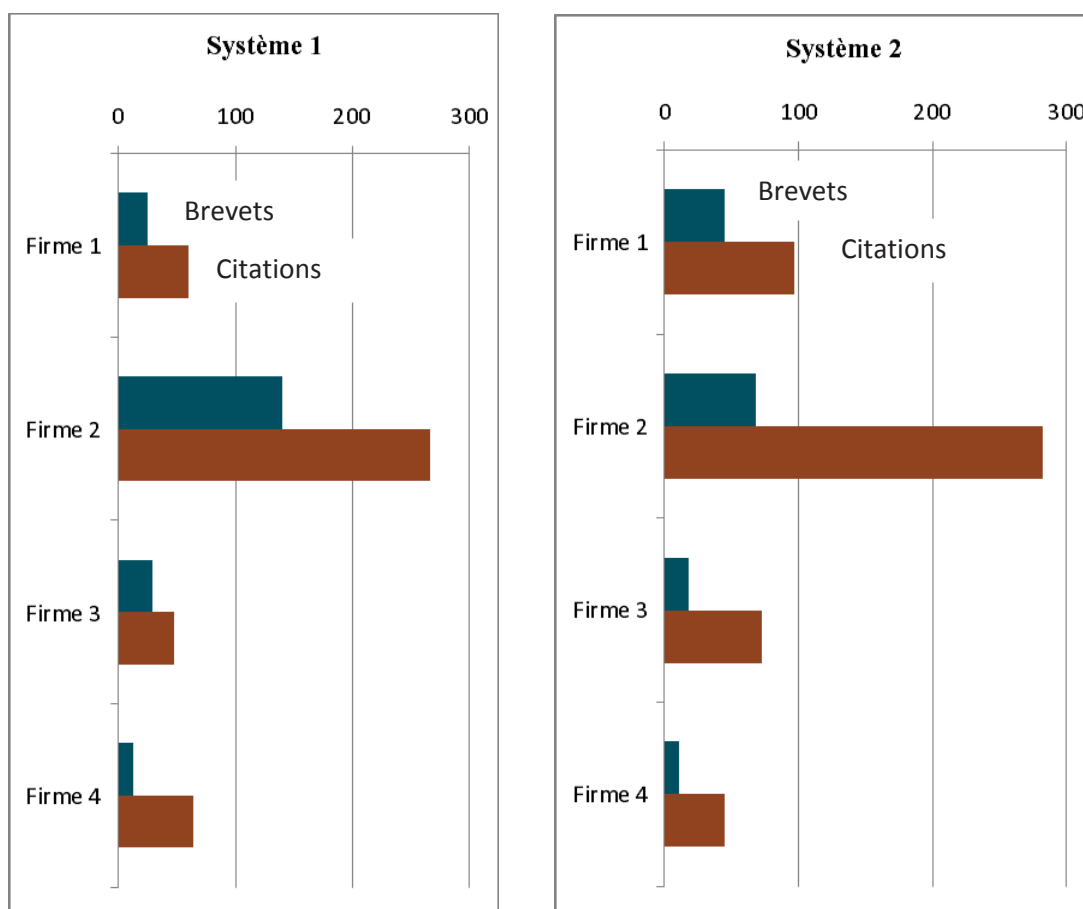
Nous allons montrer ici que ces nouvelles formes de relations observées au travers des études répondent de démarches intentionnelles déployées par les firmes pour apprendre. La première démarche identifiée est l'appropriation de connaissances détenues par la concurrence, que nous observons au travers des citations des brevets et littérature scientifique. La deuxième relève d'une démarche active de recherche de partenaires afin de collaborer sur le développement de projets scientifiques que nous étudions par l'analyse des réseaux de collaboration établis par les acteurs.

2.3.3.1. L'observation de flux de connaissances entre concurrents

Une première dynamique relevée dans nos études est l'observation de flux de connaissances entre les principaux concurrents du secteur. Pour mettre en évidence ce lien, nous avons étudié les citations de l'art antérieur dans les brevets des firmes. En comparant la part des références aux travaux antérieurs de la firme à celle faite aux travaux des firmes, nous confirmons l'existence d'un partage implicite des connaissances entre les concurrents.

En premier lieu, nous avons comparé le nombre de brevets déposés par les acteurs au nombre de citations reçues par ces brevets. Ainsi que nous l'avons souligné dans le chapitre précédent, cette comparaison est un indicateur statistique par lequel nous pouvons évaluer le poids d'un acteur dans le développement d'un champ technologique. Ainsi que nous l'indiquons en Figure 27, nous constatons que les firmes de l'avionique sont à la fois des déposants importants (par le volume de brevets déposés sur la période) et des acteurs dont les inventions sont largement reprises par d'autres acteurs. La firme 2 semble en particulier un acteur très important dans le développement technologique de ces deux systèmes puisqu'elle a déposé environ trois fois plus de brevets que ses deux rivaux (firme 1 et 3) pour le Système 1 et ses brevets antérieurs sur la technologie sont très souvent cités, la plaçant parmi les acteurs importants, notamment dans le cas du Système 2.

Figure 27 Dépôts de brevets des acteurs sur les Systèmes 1 et 2 et comparaison avec les citations reçues par ces brevets (en nombre de familles de brevets)



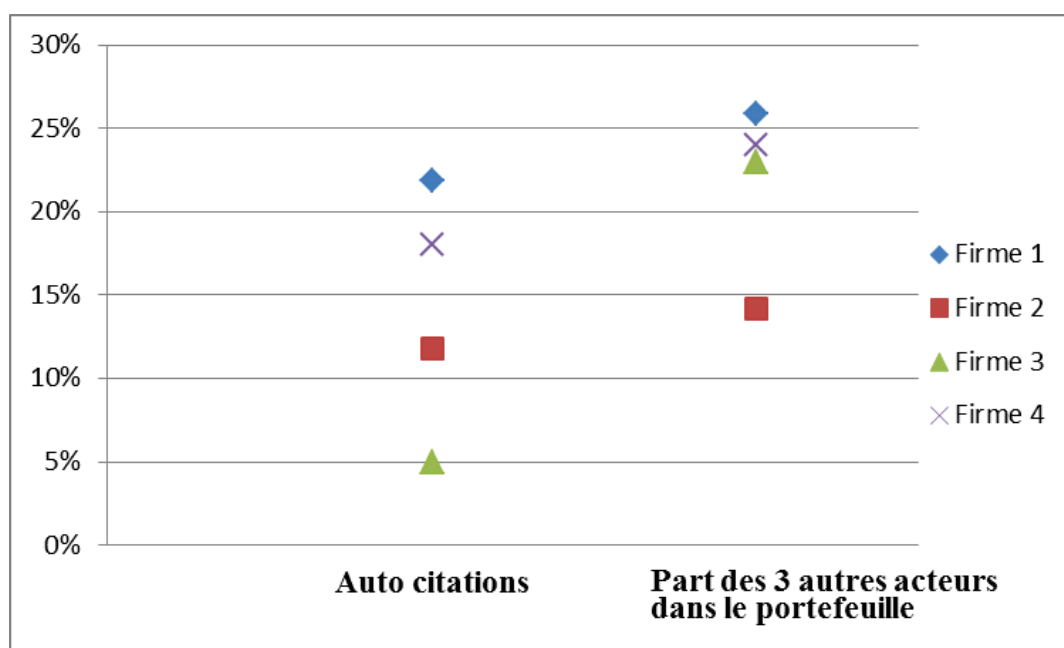
Source : Orbit, retraitement statistique de l'auteur

En deuxième lieu, nous nous sommes attachés à comprendre comment ces acteurs construisaient leurs bases de connaissances, à l'appui de l'étude des citations. Dans le cas du Système 1, nous pouvons confirmer que les acteurs citent bien des brevets antérieurs leur appartenant ou appartenant à leurs concurrents directs, et que la part de ces citations est importante (entre 30% et 40%). L'étude plus avancée des citations met en évidence deux profils distincts (voir Figure 28).

Le premier profil est celui des firmes 1 et 4. Pour ces firmes, l'importance accordée à l'art antérieur est significative dans les développements en cours, traduisant un système d'innovation très incrémental. Mais dans le même temps, l'appui sur les travaux menés par la concurrence l'est tout autant (environ 25%) ce qui montre une certaine forme de proximité entre les trajectoires technologiques suivies par les firmes 1 et 4 et celles de leurs concurrents. Le deuxième profil (celui des firmes 2 et 3) montre l'importance accordée aux connaissances détenues par des acteurs non concurrents. Le poids que représentent les connaissances déjà acquises est relativement faible, traduisant une démarche d'innovation moins incrémentale

que pour les autres acteurs (plus particulièrement dans le cas de la firme 3). En revanche l'ouverture sur l'extérieur est plus prononcée pour la firme 2 tandis que la firme 3 affiche un taux de citations des brevets de la concurrence directe similaire à celui des firmes 1 et 4. L'une des interprétations que nous faisons à la lecture de ces faits est que la firme 2 tire beaucoup de connaissances de son environnement et s'appuie peu sur celles du secteur alors que dans le cas de la firme 3, sa démarche d'innovation repose davantage sur les connaissances des acteurs du secteur.

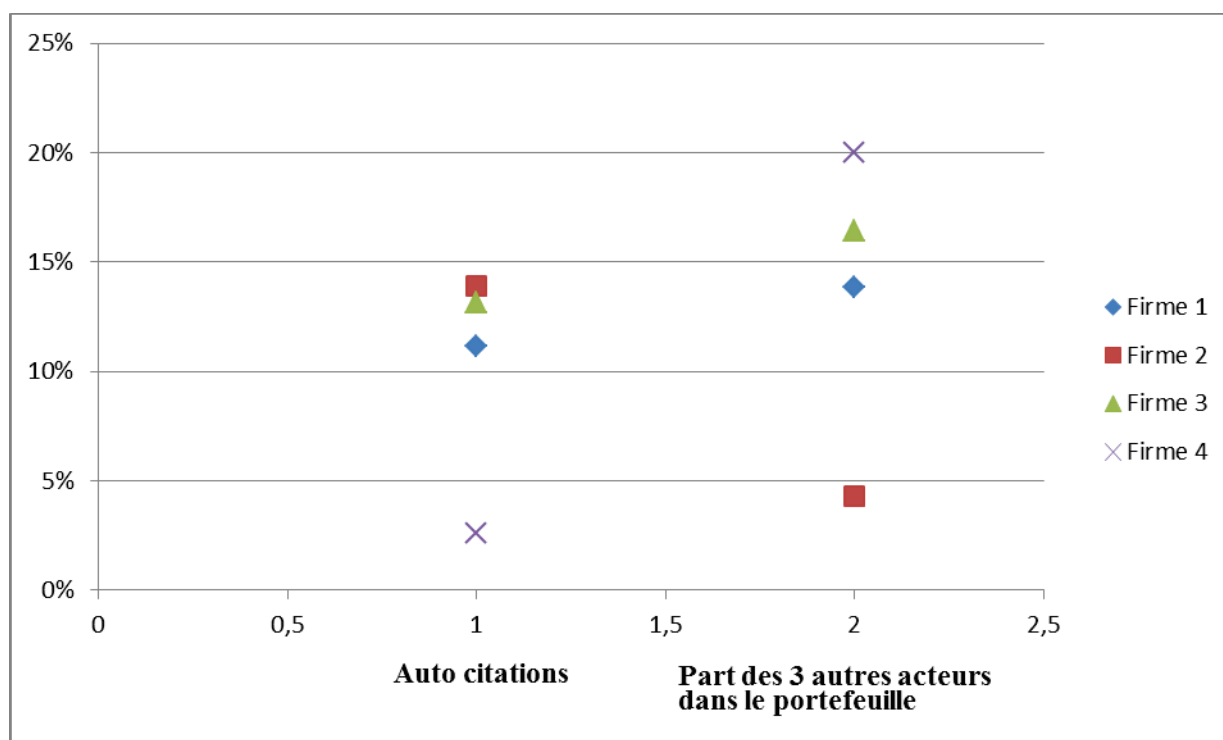
Figure 28 Répartition de l'art antérieur cité par les firmes dans le cas du Système 1 (en %)



Source : Orbit, retraitement statistique de l'auteur.

De manière générale, l'étude du Système 2 présente des taux de citations moins élevés que pour le Système 1 mais cependant, la comparaison avec le Système 1 semble confirmer les comportements des firmes 1 et 2 avec une tendance générale à une ouverture plus grande sur les connaissances externes à ce groupe de leaders de l'avionique (Figure 29). En effet, on constate à nouveau que la firme 1 capitalise toujours sur ses connaissances antérieures mais la proportion passe de 22% à 11%. De même, bien qu'elle fasse partie des acteurs exploitant le plus les connaissances des leaders pour ce système, là encore la proportion est réduite (- 10% par rapport au Système 1). La firme 2 accentue quant à elle son ouverture vers l'intégration de connaissances extérieures avec un taux de citations de l'art antérieur propre stable contrairement à celui des autres leaders qui devient insignifiant.

Figure 29 Répartition de l'art antérieur cité par les firmes dans le cas du Système 2 (en %)



Source : Orbit, retraitement statistique de l'auteur

Dans le cas de la firme 3, nous notons un changement concernant l'exploitation de l'art antérieur qui semble prendre une place plus significative que pour le Système 1 (13%) et s'équilibrer avec l'exploitation des connaissances des autres acteurs majeurs du secteur (16%) alors que pour la firme 4, si l'appui sur les connaissances détenues par les acteurs majeurs est toujours important, la part des citations sur l'art antérieur est moins significative.

Ce que nous apprend l'étude de ces comportements d'acteurs révèle que dans le cas du Système 1, la possession des connaissances de son art antérieur ou la capacité à exploiter les connaissances détenues par les concurrents directs est importante dans la construction de la base de connaissances nécessaires au développement du système par la firme. En revanche, en ce qui concerne le développement du Système 2, les acteurs ont majoritairement une tendance à s'approprier des connaissances externes dans le cercle refermé des leaders pour construire leur base de connaissances.

Les comportements des firmes 3 (dans le cas du Système 1) et 4 (dans le cas du Système 2) peuvent également signifier que l'acteur est nouveau dans la réalisation du système. Ainsi que nous l'avons souligné plus haut, chaque acteur fait progressivement évoluer sa gamme de

produits pour y intégrer la production de nouveaux systèmes. Dans le cas des firmes 3 et 4, un faible taux de citations de l'art antérieur propre associé à un taux de citations des brevets de la concurrence fort peut indiquer une activité de R&T et R&D nouvelle afin de développer une base de connaissances propre pour concevoir ces systèmes, à l'appui des connaissances des autres acteurs forts du secteur déjà dépositaires de ces connaissances et producteurs des systèmes. Dans cet exemple, l'intelligence technologique met en avant des comportements singuliers d'acteurs et une analyse plus orientée marché (et notamment sous l'angle de l'observation de l'offre de ces acteurs) devient alors nécessaire pour compléter ce profil et affiner la stratégie de l'acteur. Dans le cas de ces deux acteurs, ce complément d'analyse confirme bien leurs intentions d'évoluer vers la production de ces équipements pour les futurs programmes et en particulier la concrétisation de cette activité pour la firme 4 sur les programmes asiatiques récents.

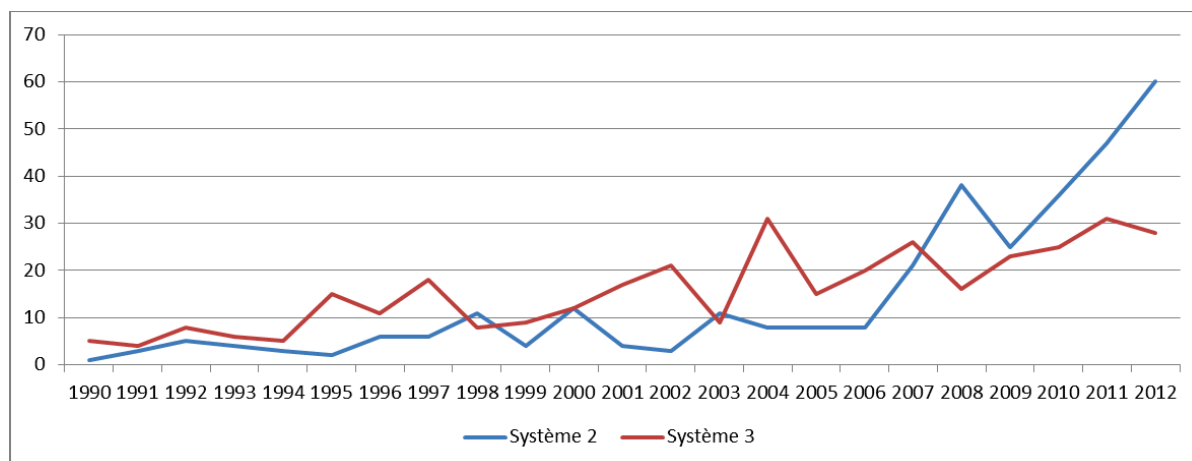
2.3.3.2. Vers une ouverture plus importante par les collaborations scientifiques

Une deuxième dynamique que nous avons constatée est l'ouverture des activités de R&T et R&D des firmes vers l'environnement extérieur et particulièrement le développement des relations avec les centres scientifiques. La complexité technologique des systèmes avioniques, les opportunités offertes par l'introduction massive des technologies de l'électronique grand public et la nécessité pour les fournisseurs d'équipements avioniques d'acquérir des compétences en gestion pour gérer des *work packages* de plus en plus importants sont parmi les motifs expliquant cette ouverture. En effet, face à ces défis, les fournisseurs d'équipements avioniques ne peuvent assumer seuls le coût financier et humain et n'ont pas toutes les connaissances nécessaires à l'exploration de plusieurs solutions technologiques pour répondre à la demande, ou ouvrir de nouvelles voies d'innovation conduisant à un avantage. L'une des réponses est alors d'établir des partenariats de recherche auprès d'instituts et de centres de recherche en vue de s'informer des travaux en recherche amont en cours (sur les TRL bas) (voir Annexe 8) et d'acquérir de nouvelles connaissances tout en réduisant les coûts tant humains que financiers.

Ainsi, l'étude des collaborations scientifiques que nous avons menée par l'exploitation des publications montre l'importance de l'investissement des centres de recherches publics dans les technologies liées à l'avionique. De nombreuses universités et laboratoires de recherche poursuivent des travaux sur les systèmes et technologies, à des stades très avancés dans la recherche susceptibles d'intéresser les industriels. Ces travaux sont financés pour partie par

des fonds publics, notamment dans le cadre de projets de recherche liés aux applications militaires, mais de plus en plus par des consortiums d'industriels. Dans le cas du domaine avionique, nous constatons une forte progression des publications scientifiques à partir du milieu des années 2000 pour les Systèmes 2 et 3 et en particulier dans le cas du Système 2, cette tendance s'accroît à partir de 2007 (Figure 30).

Figure 30 Évolution des publications scientifiques pour les Systèmes 2 et 3 (nombre de publications par an)



Source : IEE Xplore, retraitement statistique de l'auteur.

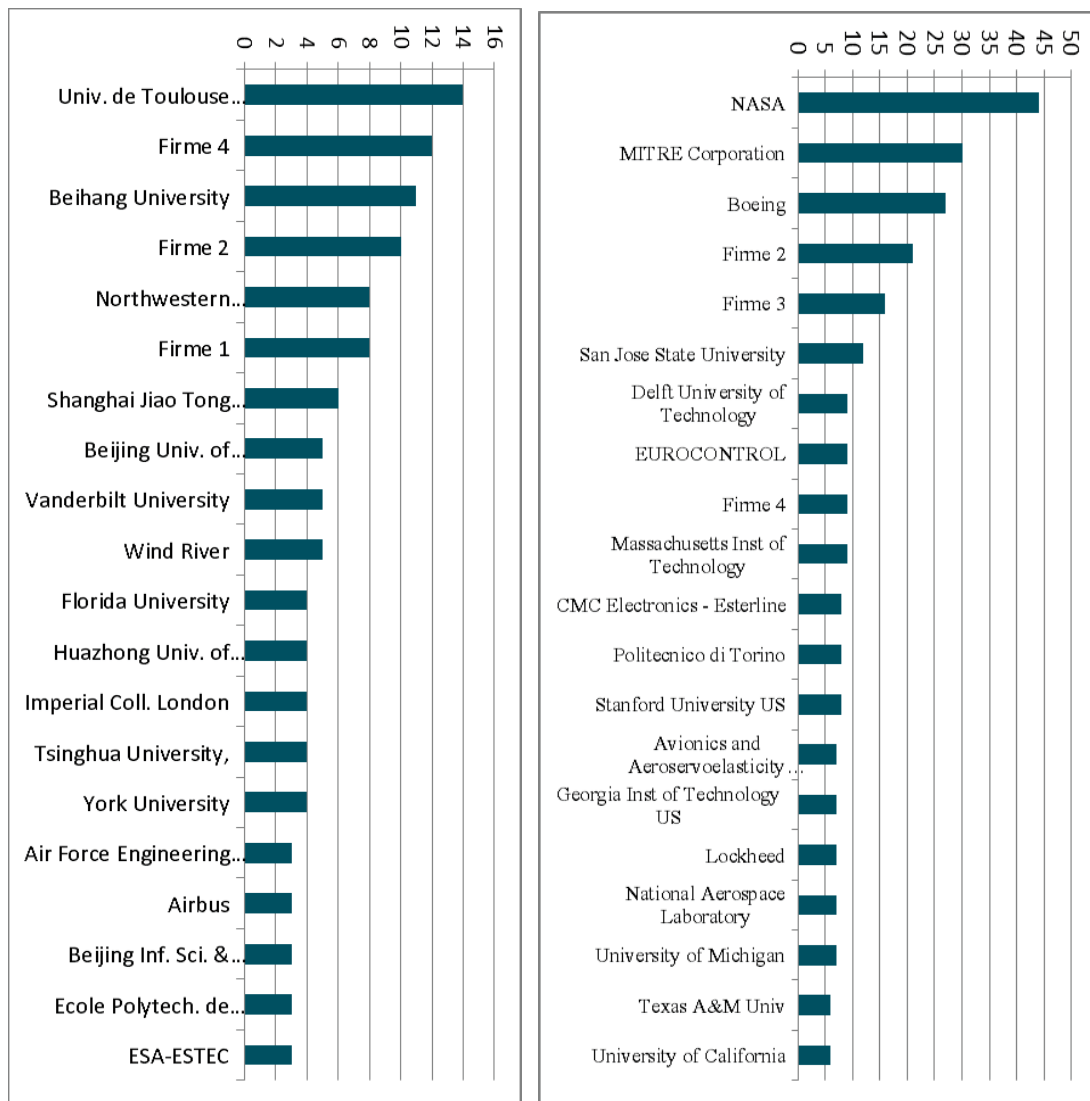
Cette première démonstration nous permet d'avancer l'hypothèse selon laquelle la recherche publique a un poids croissant dans les développements des technologies liées aux systèmes avioniques. Or, si ces acteurs détiennent une part importante des connaissances du secteur, les firmes leaders n'ont-elles pas tout intérêt à observer leurs activités voire à y prendre part ? Nous allons montrer que dans le cas de l'avionique, de plus en plus de firmes leaders ouvrent leurs développements aux collaborations avec les centres de recherche publics en sus de leur propre activité interne de recherche. Ces pratiques étaient, jusque dans les années 1990, limitée en raison de la dualité civile/militaire des applications des travaux de recherche.

Ainsi, dans le même temps, nous avons constaté depuis le début des années 2000 que les firmes du secteur progressent dans la visibilité de leurs travaux de recherche amont, avec une croissance importante du nombre de publications scientifiques. Cette progression se réalise ou non au travers de collaborations avec des instituts de recherche publics. Dans l'étude du Système 2, nous avons ainsi relevé une forte implication des firmes observées en termes de publications scientifiques (Figure 31). Plus généralement, nous constatons sans grande surprise que les acteurs américains et européens sont tributaires de la majorité des

publications scientifiques, les principaux avionneurs du secteur étant issus de ces deux continents. En revanche, il est intéressant de constater dans le cas du Système 2 la présence de centres de recherche asiatiques (les universités de Tsinghua de Shanghai Jiao Tong et l'université d'Aéronautique et d'Astronautique de Beijing). Ces universités ont démarré leurs activités de recherche sur ce système au début après 2005, à la période à laquelle le secteur aéronautique chinois a commencé à s'affirmer.

Nous remarquons plus spécifiquement l'importance accordée aux travaux de recherche amont par les firmes 1, 2 et 4, qui s'inscrivent parmi les principaux acteurs publiant sur ce système. Nous avons déjà relevé l'implication de ces firmes par l'étude de leurs dépôts de brevets et ce constat avec les publications scientifiques confirme que les firmes cherchent à maintenir leurs connaissances et à explorer de nouvelles orientations par le biais de la recherche amont. Ces activités de recherche ont démarré, pour ces acteurs, récemment à partir de 2005 et s'intensifient. Dans le cas du Système 3, nous observons à nouveau une intense activité de recherche pour les firmes 2 et 4, ainsi que la firme 3.

Figure 31 Classement des principaux acteurs publiants pour les systèmes 2 et 3 (en nombre de publications relevé).



Source : IEE Xplore, retraitement statistique de l'auteur.

L'examen plus approfondi des réseaux de collaboration montre que non seulement les acteurs sont inscrits dans une dynamique de recherche amont avec publications scientifiques, mais que cette dynamique les conduit à collaborer avec divers centres de recherche. Nous observons également que ces démarches ne sont pas isolées mais au contraire que plusieurs des acteurs de l'avionique ont entrepris une recherche de collaboration hors des frontières de leurs firmes et que cette démarche s'étend parfois à plusieurs systèmes. En d'autres termes, la recherche de partenaires traduit un effort intentionnel et répété d'acquisition de connaissances nouvelles par des acteurs qui, jusque dans le début des années 2000, privilégiaient la recherche réalisée en interne et collaboraient très peu avec des acteurs académiques.

Mais au-delà des fournisseurs d'équipements avioniques traditionnels, la part croissante de l'avionique dans les coûts de production et de développement d'un avion affecte également la stratégie des avionneurs.

2.3.4. Une remise en cause du rôle des avionneurs ?

Enfin, l'étude des relations entre les acteurs du secteur montre de nouvelles dynamiques tant au niveau de la montée de nouveaux concurrents que de l'influence des avionneurs dans les trajectoires technologiques du secteur. Dans le point précédent, nous avons montré que les fournisseurs d'équipements avioniques ont progressivement adopté un mode plus collaboratif pour leurs activités de R&T et R&D afin de répondre à la demande du marché aéronautique. Ces collaborations s'étendent au-delà des frontières du secteur aéronautique et en particulier vers des laboratoires très en pointe sur les technologies électroniques. De plus, nous avons précédemment montré une corrélation entre les cycles technologiques et les programmes aéronautiques.

Ces éléments constatés nous ont amenés à nous interroger sur la place des avionneurs dans l'évolution du secteur avionique. En effet, les avionneurs tels Airbus et Boeing sont à l'origine de la conception du produit avion et de la spécification de l'ensemble des systèmes qui le composent et de leur mise en relation. Avec la complexification des architectures avioniques et l'introduction de nouvelles technologies, les avionneurs ont dû revoir leur mode de production. D'une part, ils ont scindé l'appareil en ensembles et sous-ensembles au volume de plus en plus volumineux et en ont confié la réalisation à des partenaires spécialisés disposant des connaissances et compétences qu'eux-mêmes ne sont plus à même de maintenir en interne. D'autre part, ils ont acquis et développé des connaissances et compétences pour gérer l'externalisation de la production de ces systèmes et les relations entre les acteurs de la chaîne de valeur ainsi que l'intégration finale (Hobday et al., 2005 ; McGuire, 2007). Cependant, la fonction d'avionneur les oblige à détenir d'une part, les connaissances *a minima* nécessaires au design initial des systèmes, dont les systèmes avioniques, avant d'en confier la réalisation aux partenaires et d'autre part, celles requises pour l'évaluation des systèmes avant leur intégration, notamment pour s'assurer de la conformité avec les exigences des autorités de certification.

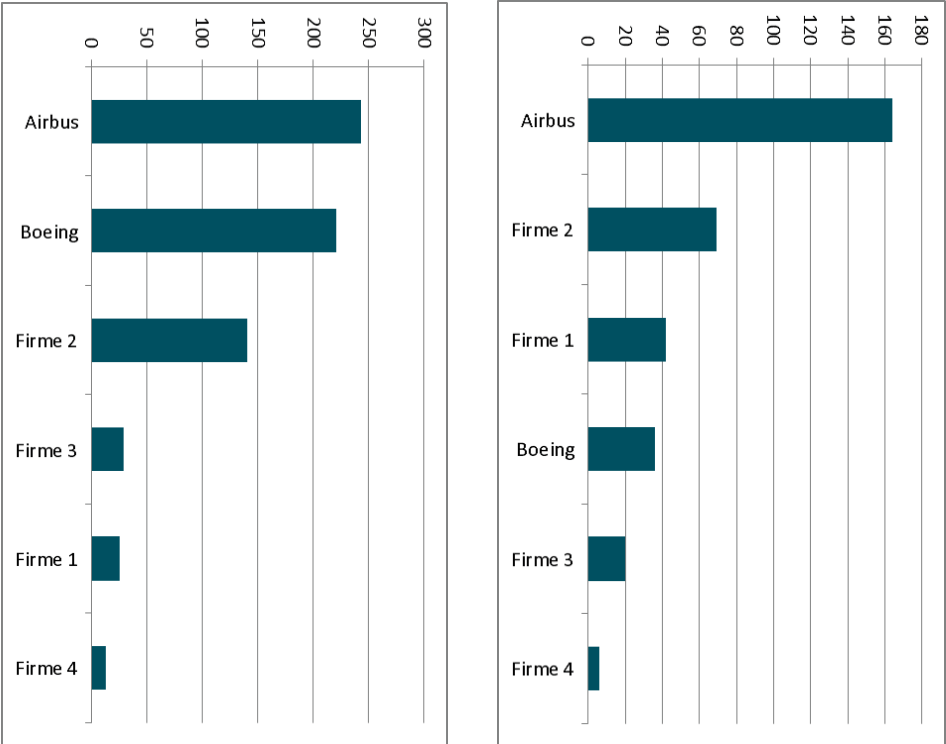
Par l'externalisation, les avionneurs aspirent à réduire les coûts et temps de développement tout en bénéficiant des collaborations pour acquérir de nouvelles connaissances et se concentrer sur les activités amont et aval de la chaîne de valeur. Dans les études menées sur

les systèmes avioniques, nous avons ainsi pu constater que les avionneurs tant civils que militaires et plus particulièrement Airbus et Boeing, figurent parmi les principaux acteurs impliqués dans le développement de ces systèmes aux côtés de leurs partenaires spécialistes de l’avionique. Face à ce constat, nous avons alors cherché à comprendre plus précisément leur rôle en montrant d’une part, leur implication dans le développement des technologies du secteur et d’autre part, que leurs stratégies divergent considérant les systèmes avioniques en particulier les systèmes critiques.

2.3.4.1. Des donneurs d’ordre impliqués dans la dynamique des technologies avioniques : le cas d’Airbus et Boeing

Nous avons en premier lieu examiné leur importance pour le secteur. Ainsi que nous l’avons fait pour les firmes spécialisées de l’avionique, nous avons relevé leur rang tant dans les dépôts de brevets que dans les citations. La Figure 32 confirme ainsi que les avionneurs sont placés parmi les principaux déposants de brevets concernant les systèmes 1 et 2, particulièrement Airbus qui apparaît dans les deux cas comme un acteur très actif.

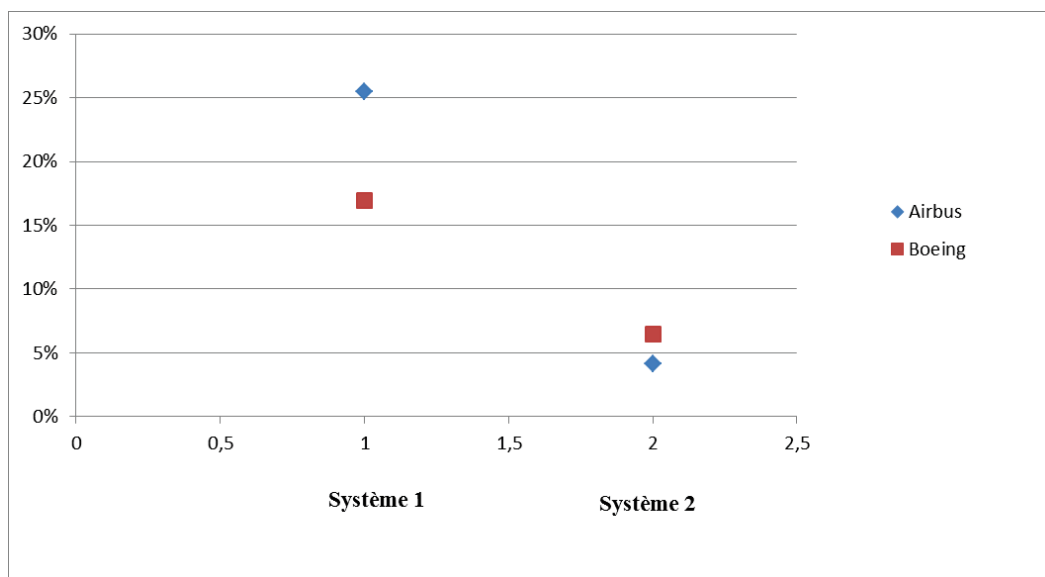
Figure 32 Classement des acteurs incluant Airbus et Boeing pour les systèmes 1 et 2 (en nombre de familles de brevets déposées)



Source : Orbit, retraitement statistique de l’auteur.

Dans le point précédent (2.3.3.1), nous avons mis en évidence que les dynamiques des connaissances des concurrents confirment l'existence de relations entre les concurrents dans la construction de la base de connaissances pour le développement des systèmes. Non seulement ces acteurs sont impliqués dans les développements mais leur propre dynamique d'innovation montre à la fois la capitalisation sur les développements passés et l'importance accordée aux connaissances détenues par les concurrents directs. Pour aller plus loin, nous avons émis l'hypothèse d'un lien entre les avionneurs et les fournisseurs d'équipements avioniques dans la construction des bases de connaissances de ce secteur. Pour cela, nous avons observé dans les dépôts des quatre acteurs étudiés la part des citations accordées aux brevets déposés par Airbus et Boeing (Figure 33). Nous avons ainsi constaté que les avionneurs sont une source de connaissances importante pour ces fournisseurs et, encore une fois, le Système 1 présente des taux plus élevés que le Système 2.

Figure 33 Part des citations concernant les avionneurs pour les Systèmes 1 et 2 (en %)



Source : Orbit, retraitement statistique de l'auteur.

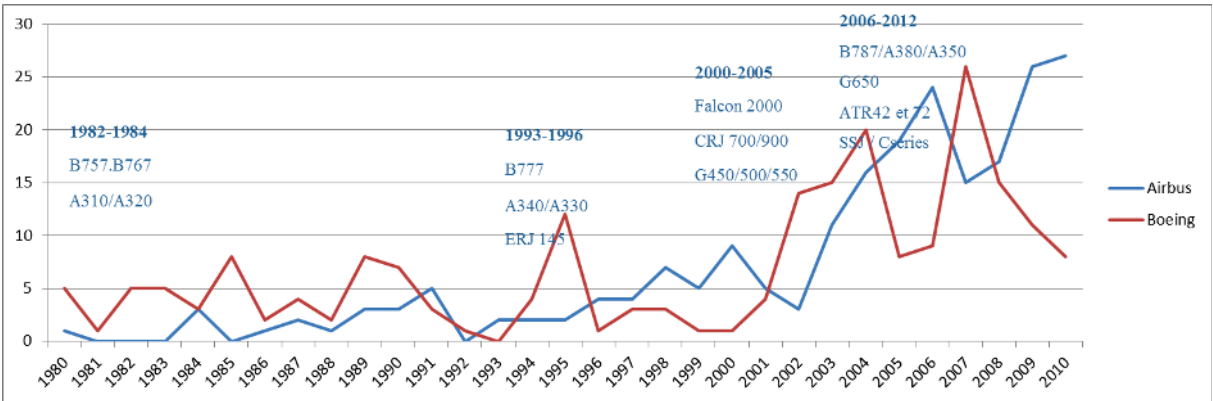
Ainsi, près de 25% des citations de l'art antérieur des firmes spécialistes concernent des brevets d'Airbus, contre 15% pour Boeing dans le cas du Système 1. Dans le cas du Système 2, les firmes semblent en revanche s'affranchir des connaissances des deux avionneurs (5%) malgré l'importance de leur activité inventive.

Il ressort de ces analyses que l'intérêt porté par les avionneurs aux technologies liées aux systèmes avioniques est à la hauteur de l'investissement en R&T et R&D consenti par les firmes spécialistes du secteur. Malgré les politiques d'externalisation mises en place à partir des années 1990, il semble que les avionneurs cherchent à maintenir et développer des connaissances et compétences requises pour maîtriser l'évolution de ces systèmes, en particulier sur les derniers programmes. Cependant, leurs stratégies semblent diverger dans le cas des systèmes critiques, pour lesquels nous avons mené une étude au travers du Système 1.

2.3.4.2. Airbus et Boeing : des stratégies divergentes susceptibles d'influer sur les relations avec les équipementiers avioniques

En deuxième lieu, nous avons procédé à une étude plus approfondie de la composition des bases de connaissances des deux avionneurs pour analyser leurs stratégies sur les systèmes dits critiques. Ces systèmes ont la particularité d'être indispensables à la bonne réalisation d'un vol et nécessitent la mise en place d'un processus de réalisation complexe reposant sur la maîtrise de connaissances et compétences tant techniques que managériales (ces dernières sont principalement liées à la capacité à respecter les processus de développement complexes imposés par les normes) (voir Annexe 9). De fait, ils requièrent une attention particulière de la part des avionneurs que nous avons constatée en comparant leurs dépôts de brevets à ceux des systémiers. Outre la corrélation avec les lancements des programmes aéronautiques, la Figure 34 montre également qu'Airbus et Boeing ont, depuis 2002, intensifié leurs dépôts de brevets, traduisant ainsi soit un effort de recherche important sur le Système 1, soit une volonté de mettre en avant leurs activités de recherche par la publication de brevets.

Figure 34 Évolution des dépôts de brevets d'Airbus et Boeing pour le Système 1

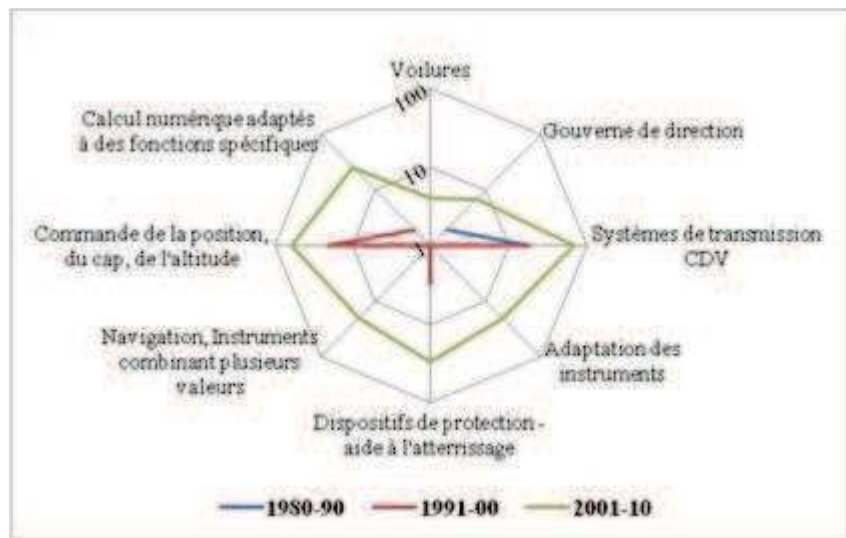


Source : Orbit, retraitement statistique de l'auteur.

Nous avons précédemment insisté sur le poids croissants des systèmes avioniques dans les coûts de production d'un avion et l'implication des avionneurs dans les trajectoires technologiques des systèmes étudiés contraste avec la politique d'externalisation engagée par les deux avionneurs. Or, depuis les années 1980, Airbus et Boeing ont organisé la production de leurs avions en externalisant de plus en plus la réalisation des systèmes, y compris sur les systèmes critiques (Beaugency et al., 2015). Si Airbus et Boeing ont privilégié la recherche de partenaires nationaux en raison de l'importance de l'investissement public dans le secteur, à partir des programmes lancés dans les années 2000 ces avionneurs ont progressivement ouvert leurs stratégies d'externalisation auprès de partenaires implantés dans les pays où la demande est croissante (tels les pays asiatiques). Ainsi, Airbus a déployé cette stratégie à partir des programmes de l'A330/340 avec la montée des firmes des pays asiatiques dans la chaîne de valeur au rang de partenaires sur le programme A380. Le déploiement de la « Nouvelle Politique » définie pour l'A350 vise la consolidation du réseau de partenaires à l'international, notamment par la création de joint-ventures (aux USA et en Chine) pour la réalisation d'ensembles de taille importante (Doerfler et al., 2012). Avec cette politique, la part de la valeur de l'avion produite en externe atteint 50% pour Airbus. *A contrario*, la politique de production de Boeing a été importante dès les années 1970 et construite autour de la recherche de partenaires à l'international en particulier au Japon (collaboration avec Mitsubishi, Fuji et Kawasaki). Les partenaires partagent les risques avec l'avionneur tant sur le plan financier que technologique et ont la responsabilité de la conception de l'intégralité du système, de la propriété intellectuelle associée. Boeing a pour sa part poursuivi l'externalisation de la production jusqu'à atteindre 70% pour le programme B787 (Pritchard et MacPherson, 2007).

Mais au-delà, l'étude des bases de connaissances développées par ces deux avionneurs et relative au Système 1 présente des résultats indiquant le lien entre l'importance accordée à un système par un avionneur et la stratégie d'externalisation massive déployée par les deux avionneurs. En effet, alors que Boeing choisi de maintenir externalisée la production de ce système, Airbus a internalisé progressivement sa réalisation dès le programme de l'A330 et de l'A340 (Beaugency et al., 2015). Et cette stratégie est reflétée dans les bases de connaissances : ainsi, la base d'Airbus présente des connaissances liées à la conception et au développement du système tandis que celle de Boeing est principalement constituée de connaissances autour de l'intégration du système dans l'avion et des relations avec les autres systèmes. Le périmètre technologique de la base de connaissances d'Airbus s'est développé sur l'ensemble des axes technologiques adressés dans les années 1980 (Figure 35).

Figure 35 Structure de la base de connaissances d'Airbus entre 1980 et 2010 sur le Système 1 (en nombre de brevets déposés par technologie)

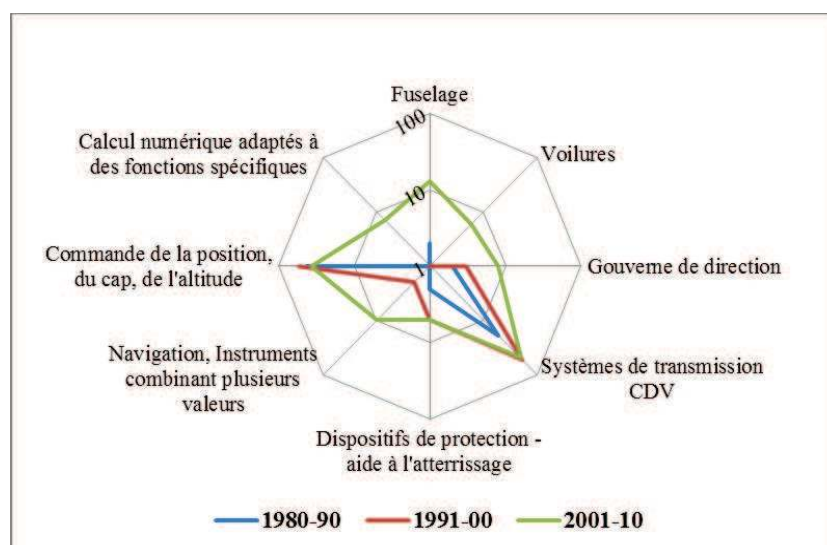


Source : Beaugency et al. (2015).

En particulier, les fonctions liées aux applications portées par le système (navigation, commande de l'altitude et du cap) et l'interfaçage de l'équipement dans l'avion (transmission, adaptation des instruments) ont été des axes importants dans la stratégie de développement de la base de connaissances. Nous notons également l'importance accordée aux technologies liées au traitement de données numériques, un des enjeux majeurs pour la conception des architectures avioniques des programmes de l'A380 et de l'A350 en raison des innovations apportées par l'électronique grand public (puissance de calcul notamment).

L'étude de la base de connaissances de Boeing sur le Système 1 montre une orientation différente des dépôts de brevets liés à ce système, en faisant apparaître davantage d'activités de R&D autour de l'intégration de l'équipement dans l'appareil et des connexions avec les autres ensembles (fuselage, voilure, gouvernes) (Figure 36). Ainsi, pour la production d'un système critique remplissant une fonction identique sur chacun des appareils développés par les avionneurs, Airbus privilégie la ré-internalisation de la production afin de maîtriser les risques liés au développement (l'introduction de ruptures technologiques et les coûts des études amont notamment) tandis que Boeing maintient la production externalisée.

Figure 36 Structure de la base de connaissances de Boeing entre 1980 et 2010 sur le Système 1 (en nombre de brevets déposés par technologie)



Source : Beaugency et al. (2015).

L'analyse des dépôts de brevets des avionneurs dans le cadre du processus d'intelligence technologique met en lumière cette divergence forte dans le développement des bases de connaissances des deux acteurs. Cependant, pour bien comprendre la stratégie des avionneurs concernant l'externalisation, il est important de se référer aux travaux portant sur l'analyse de la financiarisation des stratégies des avionneurs. En effet, le rôle d'architecte intégrateur porté par ces deux avionneurs évolue face d'une part, à la réduction des coûts de production et à la recherche permanente de performance financière à court terme et d'autre part, à l'augmentation des cadences de production qui nécessite une coordination plus importante des partenaires de la chaîne de valeur (Lazonick, 2010 ; Beaugency et al., 2015).

L'observation plus approfondie de ces différentes stratégies et des motifs à l'origine est un axe d'études particulièrement important pour la compréhension des dynamiques de la demande sur le secteur aéronautique. Ces dynamiques ont des répercussions sur l'organisation du secteur avionique et en particulier la relation entre les avionneurs et leurs partenaires. Ces études constituent une suite intéressante à ce travail de thèse.

Synthèse de la deuxième section

Le secteur avionique présente une particularité intéressante à observer en raison d'un SSIP construit par l'évolution conjointe des secteurs électronique et aéronautique. L'avionique est un secteur dominé par une forte dépendance de sentier issue du régime technologique même du secteur « client », l'aéronautique. Dans cette section, nous avons montré comment l'intelligence technologique contribue à l'étude de cette particularité et à la compréhension des évolutions scientifiques et techniques du secteur.

Nous avons expliqué dans un premier temps que cette particularité est liée aux progrès technologiques du secteur aéronautique en matière d'intégration des technologies électroniques pour des applications civiles. Progressivement, les systèmes hydraulique et pneumatique ont été remplacés par des systèmes électriques, contribuant en particulier à améliorer la manœuvrabilité et à réduire le poids de l'appareil. Pour cela, certains acteurs fournisseurs des équipements de base ont fait évoluer leurs bases de connaissances afin d'intégrer celles liées au développement des systèmes avioniques et de répondre aux exigences d'innovation des avionneurs. Cette première dynamique a contribué à l'émergence dans les années 1990 d'une première forme d'industrie de l'avionique consolidée autour de firmes leaders occupant le rôle de pivot dans la chaîne de valeur de l'aéronautique. Nous avons montré qu'une deuxième dynamique est apparue dans les années 2000 suite à l'accélération de l'introduction des technologies d'électronique grand public dans les systèmes avioniques, conduisant à une nouvelle évolution de la base de connaissances sectorielle et à une fragilisation du positionnement des fournisseurs d'avionique. En effet, avec l'introduction massive des composants COTS, ces fournisseurs ont dans un premier temps recentré leurs activités de recherche sur l'aval (concentration sur le développement des fonctions et la gestion de la réalisation du système). Or, les opportunités de progrès techniques actuelles se heurtent à l'évaluation de la fiabilité et de la disponibilité des technologies à long terme (sur la durée d'un programme aéronautique), de leur respect des contraintes liées à la certification des équipements, conduisant certains acteurs à ré-internaliser les activités de recherche sur l'évaluation de la fiabilité de ces composants.

Dans un deuxième temps, nous avons montré que cette particularité impacte également les dynamiques des acteurs du secteur, en insistant sur deux d'entre elles. La première concerne les cinq firmes leader du secteur, équipementiers de rang un des avionneurs. Au travers de

l'étude de leur comportement, nous avons ainsi montré que :

- de manière générale, tous ces acteurs ont progressivement élargi leurs bases de connaissances afin de maîtriser un spectre technologique plus large et de répondre ainsi aux exigences des avionneurs. En effet, face à la complexification du système « avion », les avionneurs répercutent sur leurs fournisseurs une charge de plus en plus lourde, tant par la taille des systèmes à produire (et les coûts) que par la complexité en termes de gestion de projet. Ainsi, ces équipementiers doivent désormais, outre la maîtrise des connaissances techniques, disposer de compétences liées au développement de systèmes et l'interaction de modules et sous-systèmes provenant de fournisseurs ;
- les opportunités technologiques liées à l'intégration massive des composants COTS conduisent à une remise en cause du rôle des leaders et à une dynamique concurrentielle plus forte, portées par l'émergence d'acteurs spécialisés sur les technologies liées aux fonctions. Au travers des études, nous avons montré d'une part le cas de firme 5 qui s'est imposée en moins de dix ans comme l'un des acteurs majeurs du secteur par la maîtrise d'une technologie alors recherchée et sa capacité à progresser dans la chaîne de valeur. L'étude de sa base de connaissances indique une stratégie reposant sur l'appropriation des connaissances détenues par les acteurs leaders (étudiée au travers des citations). D'autre part, nous avons également, illustré cette dynamique concurrentielle par les exemples des firmes 3 et 4 leaders anciens du secteur qui, alors qu'elles étaient spécialisées à l'origine sur un système, ont rapidement su tirer profit des connaissances des autres firmes leaders plus diversifiées (firme 1 et 2) pour développer leurs capacités à produire d'autres systèmes (cas du Système 2 notamment) ;
- ces dynamiques concurrentielles sont portées par la remise en cause du monde industriel comme source majeure de connaissances scientifiques et techniques dédiée aux applications avioniques. En portant l'attention sur les publications scientifiques, nous avons ainsi constaté que, si les firmes du secteur publient de plus en plus de travaux de recherche amont, elles s'ouvraient également davantage aux collaborations scientifiques et aux partenariats avec le monde académique. Cette ouverture est justifiée par la progression importante des travaux dans la recherche publique autour de l'exploitation des nouvelles technologies électroniques pour les applications destinées à l'aéronautique. Ainsi, la mise en évidence des réseaux de collaboration des firmes leaders confirme le poids croissant de la recherche publique dans la production des connaissances du secteur et les opportunités en tant que source de

connaissances pour les firmes sur les prémices des technologies.

La deuxième dynamique que nous mettons en évidence interroge la position des avionneurs face à l'impact de ces dynamiques technologiques sur les orientations scientifiques et techniques du secteur avionique. En effet, nous avons souligné les politiques d'externalisation croissante menée par les avionneurs notamment chez les firmes étudiées ici, Airbus et Boeing. Or, les évolutions technologiques du secteur électronique conduisent les avionneurs à s'interroger non seulement sur les usages et opportunités pour les futurs programmes mais aussi sur l'évaluation des risques de leur intégration. Nous résumons ici deux résultats :

- notre premier résultat sur l'étude des avionneurs montre l'importance de leur rôle dans la construction des bases de connaissances du secteur. Ainsi, non seulement ces deux acteurs apparaissent parmi les déposants et publiants majeurs pour tous les systèmes et technologies, mais leurs travaux et inventions servent de base aux travaux des fournisseurs d'avionique ;
- notre deuxième résultat est la démonstration de stratégies divergentes quant à la maîtrise des technologies liées au développement des systèmes avioniques. Dans ce travail, nous avons porté notre intérêt sur le cas des systèmes critiques de l'appareil afin d'observer les stratégies suivies par ces deux acteurs en termes de gestion des ressources et compétences stratégiques (ce travail a fait l'objet d'une publication, voir Beaugency et al., 2015). L'étude de cas du Système 1 a révélé une divergence de politique d'externalisation entre les deux acteurs, se traduisant par la ré-internalisation de la conception et de la production dans le cas d'Airbus et le maintien de l'externalisation complète dans le cas de Boeing (sur les programmes récents). De plus, l'étude des champs technologiques couverts par ces deux acteurs révèle la volonté de maîtrise intégrale du système chez Airbus (jusqu'au composant) tandis que Boeing concentre son intérêt sur l'intégration du système dans l'avion et sa mise en relation avec les autres systèmes de l'avion.

Conclusion du chapitre

L'avionique est un secteur émergent, dont les dynamiques qui le constituent restent encore peu étudiées. De nombreuses études en économie se sont attachées à comprendre les spécificités des secteurs de l'électronique et de l'aéronautique, le premier en raison de la rapidité des changements technologiques et concurrentiels et le second en raison de son modèle économique de production structuré autour d'une chaîne de valeur dont la stabilité est à peine ébranlée par de nouveaux acteurs.

Dans ce chapitre, nous avons présenté le secteur en introduisant des résultats obtenus dans les études menées dans le cadre du déploiement du processus d'intelligence technologique qui nous donnent des clés de compréhension des dynamiques technologiques et concurrentielles. Par le processus d'intelligence technologique, un certain nombre de tendances tant technologiques que concurrentielles ont été mises en évidence. La numérisation croissante des systèmes avioniques oblige les acteurs à revoir leur modèle d'innovation pour intégrer les règles du jeu du secteur électronique et jongler avec la compatibilité des rythmes technologiques. La forte dépendance de sentier technologique que nous avons observée à l'aide des brevets est significative de l'importance de la capitalisation des connaissances pour le développement des systèmes et de la forme d'innovation incrémentale privilégiée par les acteurs.

Cependant, cette tendance est remise en cause par l'accélération des rythmes d'innovation technologique dans le secteur électronique qui conduit les acteurs à intensifier leurs activités de R&T et R&D. Outre les défis d'intégration et d'adaptation de ces nouvelles technologies aux contraintes de l'aéronautique, les acteurs traditionnels sont désormais confrontés à une nouvelle forme de concurrence venant des secteurs grands publics. Les acteurs de ces secteurs s'appuient sur leur modèle de production pour adresser le marché avionique en commençant par les systèmes pour lesquels les contraintes en termes de certification sont les plus faibles. Leur ascension dans la chaîne de valeur s'effectue progressivement au contact des avionneurs et par apprentissage des spécificités des développements de systèmes sous certification très contrainte (DAL A à C, voir Annexe 7).

Nous avons ainsi mis en évidence le rôle central de quatre des firmes dont les stratégies en termes de management des connaissances scientifiques et techniques ont considérablement évolué. D'une part, ces firmes recherchent une ouverture plus large sur les connaissances provenant d'autres secteurs dont l'électronique. Cette recherche est observée au travers des citations de l'art antérieur où l'on constate, outre une part importante de citations relatives aux activités inventives des concurrents directs, une part croissante de citations provenant d'acteurs des secteurs tels l'électronique, l'automobile, ou encore la chimie (notamment dans le domaine des calculateurs). D'autre part, la recherche de partenaires externes est une tendance forte qui s'impose sur les programmes récents, visible au travers notamment des collaborations scientifiques et technologiques. Progressivement, ces firmes ont ouvert leurs activités de R&T et R&D à des partenaires externes en particulier des laboratoires de recherche publics afin de réduire les coûts dédiés à ces activités de recherche tout en profitant de l'avance scientifique détenue par ces laboratoires et d'opportunités d'exploration de nouvelles solutions technologiques.

L'étude des stratégies des avionneurs est également révélatrice de l'impact des changements technologiques sur la dynamique d'innovation du secteur. Les avionneurs, et en particulier Airbus et Boeing que nous avons étudié, ont largement favorisé l'externalisation de la production des systèmes pour faire face à la demande croissante et l'amélioration des performances des programmes (réduction des temps et coûts de développement en particulier). Or, les évolutions technologiques soulèvent des problématiques importantes quant à l'intégration des solutions récentes dans les systèmes des prochains programmes en raison de leurs capacités à s'adapter aux architectures actuelles, à leur performance et leur disponibilité sur l'ensemble de la durée du programme et à satisfaire les exigences des autorités de certification. Pour ces raisons, Airbus a choisi dès les années 1990 de réserver une attention plus particulière aux systèmes dits critiques et d'en ré-internaliser la conception et la production de certains afin de contrôler les risques liés au développement. Cette stratégie contraste fortement avec celle choisie par Boeing qui maintient ses choix d'externalisation particulièrement poussés dans le cas de la production du B787 (70%).

La prise de position des avionneurs quant au développement des systèmes avioniques a pour conséquences soit une perte de marché potentielle pour les fournisseurs d'équipements avioniques (dans le cas d'une ré-internalisation de la conception des systèmes) soit la nécessité de monter en compétences en particulier sur le management de systèmes complexes pour faire face à l'externalisation d'ensembles de taille de plus en plus importante. Cette

politique d'externalisation s'accompagne d'une recherche de partenaires capables de supporter tant les coûts de développement que la mise en œuvre du programme sur le long terme. En d'autres termes, les fournisseurs d'équipements avioniques doivent désormais faire évoluer leurs bases de connaissances tant sur le plan technique que managérial afin de répondre aux critères de partenariat des avionneurs et de maintenir leur rang dans la compétition.

Conclusion Générale

Ce travail de recherche est une fenêtre ouverte sur l'étude des capacités dynamiques dites *sensing* déployées par les firmes pour comprendre leur environnement. Dans un contexte où l'aptitude des managers à décider et construire la stratégie de la firme est étroitement corrélée à leur capacité à appréhender la masse d'informations disponibles dans l'environnement, nous interrogeons ce cadre théorique pour aborder la gestion des connaissances scientifiques et techniques. Dans notre recherche, nous avons pour objectif d'étudier l'intelligence technologique comme l'une de ces capacités et de la déployer pour répondre aux problématiques scientifiques et techniques du Département Calculateurs de la Division Avionique du Groupe Thales.

Pour atteindre cet objectif, nous avons opté pour une implication forte du chercheur par une collaboration étroite avec les managers du Département dans la construction de l'objet d'étude. Cela nous renvoie au positionnement choisi par le chercheur pour aborder son objet d'étude : adopter un œil externe ou s'impliquer plus avant dans la construction des connaissances nécessaires à l'apport d'une réponse. En nous positionnant comme un participant qui observe, nous avons délibérément choisi d'avoir une action transformatrice sur le terrain de recherche. En constituant notre objet d'étude, l'intelligence technologique, nous avons opté pour l'étude du déploiement d'une capacité dynamique *sensing* non établie *ex ante* dans la firme et choisi d'intégrer plusieurs réflexions :

- autour de la capacité à appréhender un environnement pour aider à la décision ou à l'interaction avec ce dernier ;
- autour de la capacité à produire des connaissances nouvelles à partir de celles captées dans l'environnement par appropriation et combinaison avec les connaissances déjà existantes soit seul soit par la collaboration avec d'autres acteurs de l'environnement ;
- sur un rapprochement théorique entre les capacités managériales comme l'intelligence économique et l'intelligence technologique et la théorie des capacités dynamiques dites *sensing* décrite par Teece (2007, 2009) qui semble *a priori* se justifier par leur rôle d'observation de l'environnement.

La spécialisation sur la dimension technologique repose sur l'importance accordée ces dernières années à l'impact des changements scientifiques et techniques sur l'orientation des stratégies et les activités de R&D des firmes de haute technologie. Nous postulons dans ces travaux que cette pratique managériale, tout en étant étroitement liée à la pratique de

l'intelligence économique des firmes dont elle est une spécialité, doit cependant faire l'objet d'une attention particulière liée à la nature et à la finalité des connaissances scientifiques et techniques.

1. Synthèse des contributions

David et Hatchuel (2007) évoquent quatre contributions admises du chercheur à la recherche :

- premièrement, une contribution théorique, au travers de la généralisation d'un modèle identifié comme exploité simultanément par plusieurs firmes ;
- deuxièmement, la découverte de nouveaux modèles de gestion grâce à la collaboration entre une organisation et un chercheur ;
- troisièmement, le développement de nouveaux modèles de gestion par la recherche académique pouvant faire l'objet d'exploitation et d'utilisation dans d'autres cadres organisationnels ;
- quatrième et finalement, un apport significatif à un modèle déjà exploité par des organisations et dont les fondements académiques ont déjà fait l'objet d'études.

Les contributions de ce travail de thèse se situent dans la deuxième catégorie de contributions à la recherche et proposent de répondre aux deux questions présentées en introduction :

- **en quoi l'intelligence technologique relève-t-elle des capacités dynamiques *sensing* de la firme permettant de comprendre et d'apprendre de son environnement scientifique et technique ?**
- **quels sont les apports de l'intelligence technologique à l'observation des dynamiques des connaissances du secteur avionique pour la prise de décision et les activités de R&T et R&D ?**

Notre première contribution est de proposer une opérationnalisation des capacités dynamiques *sensing*, par l'assimilation de l'intelligence technologique à ces dernières. L'adaptation des firmes aux changements de l'environnement passe par l'apprentissage, c'est-à-dire l'identification de ces changements et les capacités intrinsèques des firmes à adapter leurs processus opérationnels. Sur ce point, nous avons mis en avant la richesse de la littérature sur l'apprentissage organisationnel en soulignant les contributions du champ théorique des capacités dynamiques sur la démarche d'apprentissage intentionnel. Nous avons également montré qu'en dépit d'un volume important de travaux abordant des questions

relatives au rôle, à la nature ou encore aux finalités des capacités dynamiques, il subsiste des zones d'ombre relatives à l'identification et l'observation empirique de ces capacités dynamiques. Notre apport se situe dans la construction d'une pratique managériale suivant le cadre établi par Teece (2007, 2009) et dans la mobilisation de ce cadre pour résoudre des problématiques managériales du Département Calculateurs. Notre travail s'inscrit dans les contributions empiriques consacrant le lien proposé par Eisenhardt et Martin (2000) puis par les travaux de Teece (2007, 2009) entre certaines pratiques managériales et les capacités dynamiques. Nous avons ainsi justifié ce rapprochement en montrant dans le chapitre deux pourquoi l'intelligence technologique pouvait s'inscrire dans le cadre théorique définissant les capacités dynamiques. Nous avons ensuite apporté des arguments dans le chapitre quatre au travers de l'étude de l'opérationnalisation de cette capacité dynamique dans le Département Calculateurs :

- premièrement, l'intelligence technologique peut contribuer aux capacités organisationnelles de décision sur les stratégies scientifiques et technologiques à suivre, par la construction de connaissances actionnables sur les évolutions des technologies et acteurs du secteur. Au travers des études empiriques, nous avons ainsi apporté aux managers ces connaissances actionnables au regard des politiques produits ;
- deuxièmement, l'intelligence technologique semble être une capacité contributrice à l'amélioration et la performativité des activités de R&D, dans la mesure où l'implication des experts dans le processus amène ces derniers à participer à la sélection et construction de nouvelles connaissances. Par ce biais, non seulement leur propre base de connaissances s'en trouve transformée et améliorée mais cette modification contribue par la suite au renouvellement des bases de connaissances des individus côtoyant l'expert dans ses activités de R&D et au-delà impacte la base de connaissances de la firme, par un processus de partage et de diffusion des connaissances.

Notre deuxième contribution relève de l'observation des dynamiques scientifiques et technologiques sur un secteur. Les nombreux travaux évolutionnistes sur les dynamiques sectorielles que nous avons introduits dans le chapitre cinq montrent les enjeux portés par les évolutions technologiques sur la stabilité concurrentielle et la survie des firmes. En développant cette approche dans le cas du Département Calculateurs, nous avons adressé

directement l'observation du secteur avionique en nous interrogeant sur l'impact des dynamiques croisées des secteurs électronique et aéronautique sur son évolution. La mise en évidence de l'impact des changements dans les secteurs électronique et aéronautique sur le secteur avionique est une contribution modeste au champ de recherche évolutionniste sur les Systèmes Sectoriels d'Innovation et de Production (Malerba, 2002, 2009). Peu de travaux empiriques ont à ce jour étudié le secteur avionique (Acha et Brusoni, 2008) et nos travaux contribuent ici à mettre en exergue les points suivants :

- premièrement, les évolutions technologiques dans le secteur électronique ont un fort impact sur la dynamique concurrentielle du secteur. Bien que les contraintes normatives imposées par les autorités de certification demeurent des barrières à l'entrée pour le secteur, elles tendent à s'amenuiser face aux opportunités technologiques. En effet, nous avons montré comment des acteurs spécialisés sur des technologies exploitées dans d'autres secteurs ont investi le secteur avionique puis, par adaptation aux lois du secteur, ont progressé dans la chaîne de valeur et développé leurs connaissances et compétences pour ouvrir leur gamme de produits ;
- deuxièmement, nous avons montré que ces évolutions technologiques ont un impact sur l'organisation de la chaîne de valeur du secteur aéronautique. Nous avons ainsi mis en évidence les stratégies d'externalisation divergentes des avionneurs en matière d'approvisionnement en systèmes avioniques (dans le cas des systèmes critiques DAL A notamment). En parallèle, nous avons identifié quelques impacts de ces stratégies sur les fournisseurs d'équipements avioniques, dont la montée en compétences pour être en capacité de gérer des systèmes plus importants en taille et la prise de risque croissante tant technologique que financière.

2. Les limites de cette recherche

Le premier ensemble de limites de la thèse tient à la méthode choisie pour explorer l'intelligence technologique comme une capacité dynamique. En effet, nous avons souligné dans ce travail que, malgré un volume important de travaux abordant les capacités dynamiques, peu d'entre eux proposent d'observer empiriquement ces dernières. Or, nous avons également constaté l'orientation de ces travaux empiriques vers l'observation de

capacités dynamiques déjà implantées dans les firmes au moyen d'outils d'évaluation très dépendants du cas observé (Ridder, 2011). Dans notre recherche, la méthode de l'étude de cas que nous avons suivie se justifiait par la volonté d'étudier l'implantation d'une capacité dynamique *sensing* dans le cas d'une firme en particulier, avec les limites suivantes :

- sur le plan théorique, nous avons pris appui sur les travaux de Teece (2007, 2009) pour proposer l'intelligence technologique comme une capacité dynamique, et nous avons proposé pour cela un cadre d'opérationnalisation. Or, l'absence de précédents théoriques et empiriques est une limite importante pour la validation de ce cadre ;
- sur le plan méthodologique, nous avons opté pour une étude de cas, celle du Département Calculateurs, et nous avons adapté notre cadre d'opérationnalisation au contexte interne. Bien qu'ayant montré la possibilité du transfert et de l'adaptation de cette capacité aux problématiques d'un autre Département, cette étude restreint nos conclusions sur l'opérationnalisation au cadre de Thales et sur l'extension de cette capacité dans d'autres contextes organisationnels (firmes, organisations). Sur ce point, une analyse comparative des pratiques d'intelligence technologique déjà déployées par des firmes aurait apporté d'autres arguments pour défendre le lien entre l'intelligence technologique et les capacités dynamiques, en portant l'accent en particulier sur les effets observés *a posteriori* sur les stratégies scientifiques et technologiques des firmes. Cependant, nous n'avons pas pu agir selon cette démarche en raison d'une part, de l'absence d'outils d'évaluation pertinents pour analyser l'effectivité d'une capacité dynamique et d'autre part, en raison de la contrainte liée au cadre du contrat CIFRE et des questions de confidentialité. Une telle démarche aurait en effet pu supposer des échanges d'informations sur les pratiques observées dans l'ensemble des firmes, ce qui n'était pas envisageable dans notre cas.

Le deuxième ensemble de limites que nous relevons dans ces travaux concerne les résultats produits quant à la validation du processus d'absorption des connaissances. En choisissant la posture du participant qui observe et par notre volonté de déployer l'intelligence technologique et de nous concentrer sur le cas du Département Calculateurs, nous avons mis en évidence l'effectivité des deux premiers processus qui composent l'intelligence technologique (l'acquisition et l'analyse) mais nous souffrons du manque de recul nécessaire à l'évaluation concrète de l'appropriation des connaissances nouvelles dans les capacités de

prise de décision et les activités de R&D. Les retours sur la pertinence de ces connaissances au regard des Politiques Produits fournis par les managers et experts ayant participé aux études restent à ce jour insuffisants et ne nous permettent pas de conclure positivement sur notre proposition théorique : l'intelligence technologique est-elle une capacité dynamique *sensing* ? Pour finaliser cette démarche, nous aurions dû proposer un cadre d'évaluation mettant en situation la restitution des connaissances lors des séances de présentation des études de cas et la construction des Politiques Produits pour les années qui suivent la présentation de l'étude. Or, le contexte hautement stratégique et la politique de confidentialité de l'entreprise ne nous ont pas permis d'opérer de cette façon et de recueillir ainsi les données nécessaires à l'évaluation du processus d'absorption des connaissances.

Un troisième ensemble de limites concerne la contribution de ces travaux aux capacités opérationnelles liées aux activités de R&D des équipes d'ingénieurs. Dans la présentation de l'intelligence technologique en chapitre deux, nous avons montré que sa contribution portait à la fois sur la capacité opérationnelle de prise de décision, sur les orientations scientifiques et techniques de la firme ainsi que sur les capacités opérationnelles liées aux activités de R&D. Lors du déploiement de la capacité d'intelligence technologique, nous nous sommes attachés à observer les deux interventions mais, là encore, nous manquons du recul nécessaire pour évaluer l'exploitation effective des connaissances produites et transmises aux ingénieurs-experts impliqués dans les études par les équipes de R&D. Cette limite tient principalement aux temps de recherche et développement particulièrement longs dans le secteur avionique (5 à 7 ans) et aux politiques de confidentialité entourant ces activités. De ce fait, nous ne pouvons restituer ici les observations préliminaires quant à l'utilisation de ces connaissances à des fins de recherche en interne.

Un dernier ensemble de limite relève de l'analyse des dynamiques scientifiques et techniques du secteur avionique et en particulier de l'examen des composants majeurs du SSIP. En effet, dans la présentation du cadre des SSIP, nous avons souligné le rôle des institutions dans la dynamique d'évolution des secteurs et en particulier dans le cas des secteurs pour lesquels les préoccupations autour de l'impact sur l'individu sont fortes (pharmaceutique, chimie, transports, etc.). Dans le cas des systèmes avioniques, le poids des institutions est perceptible au travers des autorités de certification qui valident l'entrée en service d'un nouvel appareil. Les avionneurs ainsi que leurs équipementiers doivent de plus respecter scrupuleusement les contrôles qualité et normes de sûreté des développements exigés par les autorités de certification. Pour le secteur aéronautique, la certification d'un appareil est un prérequis pour l'entrée en service d'un nouvel avion sur un territoire, chaque nation établissant les

règlementations de navigabilité. La *Federal Aviation Administration* (FAA) aux États Unis et son homologue européen l'Agence Européenne pour la Sécurité Aérienne (EASA) bénéficient d'accords bilatéraux pour faciliter la délivrance des certificats de navigabilité. En effet, le procédé de certification d'un avion est très long, complexe et coûteux. Tous les procédés de développement et de production de chaque équipement sont examinés dès le début des programmes (phases de R&D incluses), avant les essais en vol permettant d'évaluer l'appareil. La rigueur des procédés à suivre pour se conformer aux exigences à la fois des autorités, mais aussi celles propres aux avionneurs, est lourde de conséquences pour l'organisation industrielle du développement d'un système par l'équipementier. Bien qu'ayant abordé à de nombreuses reprises la question de l'impact significatif des normes sur les orientations scientifiques et techniques du secteur avionique et sur les trajectoires d'innovation des acteurs, nous n'avons pas davantage approfondi l'exploration de ce point. Le motif principal lié à la non-exploration de ce point relève de la démarche que nous jugeons intéressante pour traiter cette question, notamment au travers de la comparaison entre les stratégies des avionneurs. En effet, notre démarche d'analyse dans ce travail s'appuie sur l'exploitation des bases de données scientifiques et techniques. Dans le cas de l'étude de l'impact du processus normatif sur les évolutions technologiques du secteur que nous envisageons, nous préconisons une analyse qualitative comparée, par des entretiens auprès des avionneurs, fournisseurs et régulateurs, afin de mettre en exergue des interactions entre les différents acteurs dans l'élaboration du processus normatif.

3. Les perspectives de recherche

À l'issue de ce travail, de nombreuses perspectives de recherche émergent, portant à la fois sur la capacité d'intelligence technologique et l'observation des dynamiques scientifiques et technologiques du secteur avionique.

Sur l'opérationnalisation des capacités dynamiques *sensing* tout d'abord, de nombreux travaux restent à mener. Tout d'abord, sur la capacité d'intelligence technologique, nos conclusions sur le déploiement opéré au sein du Département Calculateurs nous conduisent à considérer les questions relatives à la généralisation de ce modèle :

- **une première perspective de recherche est de poursuivre cette construction de l'intelligence technologique comme une capacité dynamique par une observation croisée des pratiques faites par d'autres firmes, sur d'autres**

secteurs. En effet, la revue de littérature sur l'intelligence technologique présentée en chapitre deux montre des cas d'entreprises ayant adopté cette démarche notamment aux États-Unis (Coburn, 1999 ; Ashton et Klavans, 1997) et de structures de veille technologique dans les entreprises françaises (Dou, 2014). Nous pensons qu'une comparaison par étude de cas des pratiques menées dans plusieurs firmes françaises permettrait de confronter notre opérationnalisation et de développer un modèle théorique de l'intelligence technologique ;

- **une deuxième perspective de recherche tient à pallier le manque de recul souligné dans les limites de notre intervention au sein du Département.** Nous identifions dans l'évaluation *a posteriori* de ce procédé une deuxième perspective de recherche qui contribuerait à renforcer nos connaissances sur l'apport et l'exploitation de connaissances actionnables pour la décision et les activités de R&D.

Ensuite, la réflexion managériale engagée par le Département Calculateurs et les perspectives théoriques intégrant à la fois les questions de l'apprentissage organisationnel et des capacités dynamiques nous permettent d'ouvrir deux autres voies de recherche, cette fois théoriques :

- **une troisième perspective de recherche relève de la confrontation de l'intelligence économique à la littérature sur les capacités dynamiques.** Nous avons indiqué dans le chapitre deux les liens de vassalité entre l'intelligence technologique et l'intelligence économique. Les perspectives de recherche proposées par Eisenhardt et Martin (2000) sur la proximité entre les pratiques managériales et les capacités dynamiques soutiennent notre proposition de positionner l'intelligence économique comme l'une de ces capacités dynamiques. L'intelligence économique est largement reconnue comme une pratique managériale abordant l'intégralité des processus d'information et de surveillance de l'environnement de la firme (veille, influence, diffusion) et, bien que souffrant d'un certain nombre de maux soulignés dans le chapitre deux, son utilité et ses processus semblent faire l'unanimité dans les communautés de recherche et les organisations (Marcon, 2014) ;
- **une quatrième perspective de recherche relève d'une part, de l'étude des stratégies d'exploration/d'exploitation des connaissances par les firmes (Le Bas, 2008 ; Barlatier et Dupouët, 2009) et d'autre part, des réflexions des chercheurs autour de la création des connaissances en dehors de la firme**

notamment par l'approche des *Ba* (Lièvre et Rix-Lièvre, 2012 ; Nonaka et al., 2008). Les rapprochements théoriques sur la participation de l'intelligence économique au processus d'apprentissage organisationnel offrent de plus de nombreuses opportunités de recherche. Dans le cas de l'intelligence technologique, les nouveaux modèles d'innovation des firmes basés sur la recherche dans l'environnement de partenaires (centres de recherche, firmes) font émerger de nouvelles questions quant à la gestion de l'ambidextrie par les organisations (March, 1991 ; Le Bas, 2008). S'inscrivant dans les pas des travaux de la *Knowledge-Based View* (Grandstrand et al., 1997), l'étude des stratégies de diversification technologique des firmes aborde la question de la nature du changement nécessaire pour survivre et en particulier « la capacité à satisfaire les demandes immédiates du marché tout en anticipant et en se préparant pour les évolutions futures » (Barlatier et Dupouët, 2009, p. 3).

Enfin, nous avons fait le choix dans ces travaux d'envisager l'intelligence technologique au travers de ses apports pour la compréhension des dynamiques scientifiques et technologiques sectorielles. Or, l'intelligence technologique ne se résume pas à cela et peut adresser d'autres problématiques et nous laisse ainsi de nombreuses perspectives de recherche sur la compréhension des dynamiques sectorielles :

- **une cinquième perspective tient à la compréhension des stratégies financières des firmes et en particulier à leurs politiques de fusion et acquisition.** En abordant cette question notamment dans le cas du secteur avionique, nous souhaitons compléter une partie des résultats observés quant aux liens cognitifs existants entre les acteurs. Nous avons déjà abordé une partie de la question dans le cadre d'une publication montrant la financiarisation des stratégies des avionneurs Airbus et Boeing et l'impact sur les choix d'externalisation (Beaugency et al., 2015) ;
- **une sixième et dernière perspective de recherche vient compléter nos travaux sur l'observation de la relation entre les changements technologiques et institutionnels dans le secteur avionique.** Nous avons précisé qu'une des limites de ce travail de recherche tient à l'examen du rôle des institutions sur les trajectoires technologiques du secteur avionique. L'étude qualitative que nous proposons dans les limites nous paraît être un premier axe de recherche intéressant pour aborder cette question. Un deuxième axe de recherche fait suite au

questionnement autour des autres finalités de l'intelligence technologique. Nous avons souligné dans le chapitre deux que l'intelligence technologique participe de l'intelligence économique de la firme. Or, l'un des volets de cette dernière, l'influence, peut constituer un axe de recherche intéressant pour approfondir le lien entre la dynamique technologique et les processus de création de normes, en particulier sur le plan du rôle des acteurs et des stratégies d'influence et de lobbying. Outre leurs aptitudes à gérer les changements technologiques et à s'adapter par des processus cognitifs, la capacité à anticiper les changements normatifs et intervenir dans les processus de création des normes semble être également une problématique intéressante à étudier.

Au final, bien que ce travail apporte des éléments de compréhension des nouveaux enjeux autour de l'appréhension des dynamiques scientifiques et technologiques des secteurs par les firmes, cette thèse ouvre de nombreuses perspectives de recherche tant théoriques qu'empiriques. Dans un contexte de pression concurrentielle forte et de changements technologiques rapides, la question de la place de la connaissance (ici scientifique et technique) prend tout son sens pour soutenir les capacités d'innovation et l'adaptation des firmes au monde de demain.

- Abbas, A., Zhang, L., Khan, S.U., (2014), A literature review on the state-of-the-art in patent analysis, *World Patent Information*, vol. 37, pp. 3-13.
- Abel, P., Felin, T., Foss, N., (2008), Building micro-foundations for the routines, capabilities and performance links, *Managerial and Decision Economics*, vol. 29, n°6, pp. 489-502.
- Abernathy W.J., & Clark K., (1985), Innovation: mapping the winds of creative destruction, *Research Policy*, vol. 14, pp.3-22.
- Acha, V, Brusoni, S, (2008), The Changing governance of knowledge in avionics, *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 17, n°1-2, pp. 43-57.
- Achard P., Bernat J.P., (1998), *L'intelligence économique : mode d'emploi*, Éditions ADBS, 2ème édition, décembre 2005, 250 p.
- Adams, P., Fontana, R., Malerba, F., (2012), User knowledge in innovation in high technologies: an empirical analysis of semiconductors, *International Journal of Technology Management*, vol. 58, n°3-4, 2012.
- Adler, P.S., Goldoftas, B., Levine, D.I., (1999), Flexibility versus efficiency? A case study of model changeover in the Toyota Production System, *Organization Science*, vol. 10, n°1, pp. 43-68.
- Adner, R., Helfat, C.E., (2003), Corporate effects and dynamic managerial capabilities, *Strategic Management Journal*, vol. 24, n°10, pp. 1011-1025.
- Aguilar F.J., (1967), *Scanning the business environment*, Mac Millan (ed.), New York, 239 p.
- Aliseda, A., (2006), What is abduction? Overview and proposal for investigation, in Aliseda, A. (ed.) *Abductive reasoning. Logical investigations into discovery and explanation*, Dordrecht, Springer, pp. 27-50.
- Allard-Poesi, F., Perret, V., (2003), La Recherche-Action, in Y. Giordano (dir.) *Conduire un projet de recherche. Une perspective qualitative*, EMS (Editions Management & Société), pp. 85-132.

Allard-Poesi, F., Perret, V., (2007), Construction de l'objet de recherche, *in* Thietart, R.A., et al., *Méthodes de recherche en management*, Dunod, 2007.

Allen, P.M., Strathern, M., Baldwin, J.S., (2007), Complexity and the limits to learning, *Journal of Evolutionary Economy*, vol. 17, pp. 401-431.

Ambrosini, V., Bowman, C., (2009), What are dynamic capabilities and are they a useful construct in strategic management?, *International Journal of Management Reviews*, vol. 11, n°1, pp. 29-49.

Amin, A., Cohendet, P., (2004), *Architectures of knowledge: firms, capabilities and communities*, Oxford University Press, Oxford, 179 p.

Amit R., Schoemaker P.J.H., (1993), Strategic assets and organizational rent, *Strategic Journal*, vol.14, pp.33-46.

Andersen, B. (2001), *Technological change and the evolution of corporate innovation. The Structure of Patenting*. Cheltenham: Edward Elgar, 304 p.

Ansoff H.I. (1975), Managing strategic surprise by response to weak signals, *California Management Review*, vol.18, n°2, pp.21-33.

Archibugi, D. (1992), Patenting as an indicator of technological innovation: A Review. *Science and Public Policy*, vol. 10, 357–368.

Arena, R., Lazaric, N., (2003), La théorie évolutionniste du changement économique de Nelson et Winter, une analyse rétrospective, *Revue Économique*, vol. 54, pp. 329-354.

Argyris, C., Putnam, R., McLain Smith, D., (1985), *Action Science*, Jossey-Bass, 480 p.

Argyris C., (1995), *Savoir pour agir, surmonter les obstacles à l'apprentissage organisationnel*, Paris, InterÉditions, 330 p.

Arora, A., Gambardella, A., (1990), Complementarity and external linkages: the strategies of the large firms in biotechnology, *Journal of Industrial Economics*, vol. 38, n°3, pp. 61-79.

Arthur, W.B., (1989), Competing technologies, Increasing returns and Lock-in by historical Events, *Economic Journal*, vol. 99, pp. 106-131.

Arundel, A, Kabla, I, (1998), What percentage of innovations are patented? Empirical estimates for European firms, *Research Policy*, vol. 27, pp. 127-141.

Ashton, B., Klavans, R., (1997), *Keeping abreast of Science and Technology: Technical Intelligence for Business*, Battelle Press, 571 p.

Audretsch, D.B., (2002), The Dynamic Role of Small Firms: Evidence from the US, *Small Business Economics*, vol. 18, n° 1-3, pp. 13-40.

Avenier, M. J., Thomas, C., (2011), Mixer quali et quanti pour quoi faire ? Méthodologie sans épistémologie n'est que ruine de réflexion. Disponible à l'adresse : <http://urlz.fr/2v8P> (consulté le 02/10/2015).

Ayerbe, C., Mitkova, L., (2011), Strategic and operational patent management in the case of intensive licensing: how to deal with the organizational questions, *International Journal of Business and Systems Research*, vol. 5, n° 6, pp. 546-563.

Ayerbe, A., Lazaric, N., Callois, M., Mitkova, L., (2012), Nouveaux enjeux d'organisation de la propriété intellectuelle dans les industries complexes : une discussion à partir du cas Thales, *Revue d'Économie Industrielle*, vol. 137, pp. 9-42.

Barlatier, P-J., Dupouët, O., (2009), *Ambidextrie organisationnelle et structure de la firme : une approche dynamique*, actes de la XVIIIème Conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique, Grenoble, 2-5 juin 2009, 28 p.

Barney, J., (1991), Firm resources and sustained competitive advantage, *Journal of Management*, vol. 17, n°1, pp. 99-120.

Barre, R., Laville, F., (1994), La bibliométrie des brevets : une mesure de l'activité technologique, *Économie et Statistiques*, n°275-276, pp. 71-81.

Barreto, I., (2010), Dynamic capabilities: a review of past research and an agenda for the future, *Journal of Management*, vol. 36, 1, pp. 256-280.

Bassecoulard, E, Zitt, M. (2005), Patents and Publications, in Moed, H.F., Glanzel, W., Schmoch, U., *Handbook of Quantitative S&T Research*, Kluwer Academic Publishers, pp. 665-694.

Bastian, M., Heymann, S., Jacomy, M., (2009), *Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks*, actes de la conference International ICWSM, San José, Californie, 17-20 mai 2009, 2 p.

- Beaugency, A., Gatti, M. Regis, D. (2012), Le brevet comme outil de compréhension et d'anticipation des évolutions technologiques : le cas du marché avionique, *Revue Internationale d'Intelligence Économique*, vol. 4, pp. 153-173.
- Beaugency, A., Gatti, M. Regis, D. (2013), Patents for technological trajectories understanding: the avionics case study, actes de la conférence *Digital Avionics Systems Conference (DASC 32nd)*, Syracuse, 5-9 octobre 2013, pp. 1-8.
- Beaugency, A., Sakinc, E.M., Talbot, D., (2015), Outsourcing of strategic resources and capabilities: opposing choices in the commercial aircraft manufacturing, *Journal Of Knowledge Management*, vol. 19, n°5, pp. 912-931.
- Becue, M., Belin, J., Talbot, D., (2014), Rente relationnelle et sous-performance des firmes pivots dans la chaîne de valeur aéronautique, *M@n@gement*, vol. 17, n°2, pp. 110-135.
- Belis-Bergouignan, M-C., Analyse évolutionniste de la dynamique sectorielle, in Belis-Bergouignan, MC., Jullien, B., Lung, Y., Yildizoglu, M. *Industries, Innovations, Institutions : éléments de dynamique industrielle*, Presses Universitaires de Bordeaux, 2011, pp.129-163.
- Besson B., Possin J.C., (2006), L'intelligence des risques, *Market Management*, 2006/3, vol. 6, pp. 104-120.
- Birkinshaw, J.M., Monteiro, Ph., (2007), External knowledge sourcing: uncovering the Technology Scouting Process, AIM Research Working Paper Series, 060 November 2007, 55 p.
- Bootz, J-Ph., Kern, F., (2009), *Les communautés en pratique : leviers de changement pour l'entrepreneur et le manager*, *Traité Management et Gestion des STIC*, Hermès Science Publications, Lavoisier, 400 p.
- Bootz, J-Ph. (2013), L'évolution du manager : un pilote de communauté de pratiques entre l'expert et l'intrapreneur, *Management & Avenir*, vol. 5, n°63, pp. 115-139.
- Bootz, J-Ph., Schenk, E., (2014), L'expert en entreprise : proposition d'un modèle définitionnel et enjeux de gestion, *Management & Avenir* 2014/67, pp. 78-100.
- Bouaka, N., (2004), Développement d'un modèle pour l'explicitation d'un problème décisionnel : un outil d'aide à la décision dans un contexte d'intelligence économique, Thèse pour le doctorat en Sciences de l'Information et de la Communication, Université de Nancy 2, 221 p.

Bresnahan, T., Malerba, F., (1999), Industrial dynamics and the evolution of firms and nations competitive capabilities in the world computer industry, *in* Mowery, D., Nelson, R., *The sources of industrial leadership*, Cambridge University Press, pp. 79-132.

Brouard F. (2004), Développement d'un outil diagnostic des pratiques existantes de la veille stratégique auprès des PME, Thèse de Doctorat en Administration des Affaires, Université du Québec, Trois Rivières, 419 p.

Brouwer, E., Kleinknecht, A., (1999), Innovative output, and a firm's propensity to patent. An application of CIS micro data, *Research Policy*, vol. 28, pp. 615-624.

Brusoni, S., Prencipe, A., (2001), Unpacking the Black Box of Modularity: Technologies, Products and Organizations, *Industrial and Corporate Change*, vol. 10, n°1, pp. 179-204.

Brusoni S., Prencipe A., Pavitt K., (2001), Knowledge Specialization, Organizational Coupling, and the Boundaries of the Firm: Why Do Firms Know More Than They Make?, *Administrative Science Quarterly*, vol. 46, n°4, pp. 597-621.

Bulinge, F., (2002), Pour une culture de l'information dans les petites et moyennes organisations : un modèle incrémental d'intelligence économique, thèse de doctorat en sciences de l'information et de la communication, Université de Toulon et du Var, 462 p.

Bureth, A., Levy, R., Penin, J., Wolff, S., (2006), Le rôle du brevet dans les biotechnologies : le cas de la BioValley du Rhin Supérieur, *Educations et Formations*, vol. 73, pp. 75-85.

Cagli, A., Kechidi, M., Lévy, R., (2009), Gestion stratégique de la *supply chain* et firme-pivot dans le secteur aéronautique, *Revue Française de Gestion Industrielle*, n°2, pp. 124-139.

Callon, M., Laredo, P., Rabeharisoa, V., Gonard, T., Leray, T., (1992), The management and evaluation of technological programs and the dynamics of techno-economic networks: the case of the AFME, *Research Policy*, vol. 21, n°3, pp. 215-236.

Carayannis, E., (2002), Is technological learning a firm core competence, when, how and why? A longitudinal, multi-industry study of firm technological learning and market performance, *Technovation*, vol. 22, pp. 625-643.

Caron-Fasan, M-L., (2008), Accompagner l'innovation dans les entreprises : de la veille technologique à la veille usage anticipative, *La Revue des Sciences de Gestion*, 2008/3 n°231-232, pp. 19-26.

Castro Concalves, L., (2007), La face cachée d'une « communauté de pratique technologique », *Revue Française de Gestion*, 2007/5, 174, pp. 149-169.

Cayla, D., (2007), L'apprentissage organisationnel entre processus adaptatif et changement dirigé, thèse de doctorat en Sciences Economiques, Université Paris I – Panthéon Sorbonne, 282 p.

Chanal, V., Mothe, C., (2004), Quel design organisationnel pour combiner innovation d'exploration et innovation d'exploitation?, XIIIème Conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique AIMS, Le Havre, juin 2004.

Chesbrough, H.W., (2006), *Open Innovation: the new imperative for creating and profiting from technology*, Harvard Business School Press, Boston Massachusetts, 227 p.

Christensen, C. M., Raynor, M. E. (2003), *The Innovator Solution: creating and sustaining successful growth*, Harvard Business School Press, 304 p.

Coburn, M. M., (1999), *Competitive technical intelligence: a guide to design, analysis and action*, American Chemical Society, 160 p.

Cohen W.M., Levinthal D.A., (1990), Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation, *Administrative Science Quarterly*, vol.35, n°1, pp.128-152.

Cohen, W-M., Nelson, R-R., Walsh, J-P., (2000), Protecting their intellectual assets: appropriability conditions and why U.S. manufacturing firms patent or not, *NBER Working Paper n° 7552*.

Cohendet, P., Creplet, F., Dupouët, O., (2005), *La gestion des connaissances, firmes et communautés de savoir*, Economica, 202 p.

Cohendet, P. Llerena, P., (1999), La conception de la firme comme processeur de connaissances, *Revue d'Économie Industrielle*, n°88, pp. 211-235.

Cohendet, P., Llerena, P., (2005), A dual theory of the firm, between transactions and competences: conceptual analysis and empirical considerations, *Revue d'Économie Industrielle*, Vol. 110, pp. 175-198.

Collins, P., Wyatt, S., (1988), Citations in patents to the basic research literature, *Research Policy*, vol. 17, n°2, pp. 65-74.

Collis, D.J., (1994), How valuable are organizational capabilities?, *Strategic Management Journal*, Winter special Issue 15, pp. 143-152.

Corbel, P., Le Bas, Ch., (2011), *Les nouvelles fonctions du brevet. Approches économiques et managériales*, Economica, 180 p.

Coriat, B., Weinstein, O. (2010), Les théories de la firme entre “contrats” et “compétences”, une revue critique des développements contemporains, *Revue d'Économie Industrielle*, n°129-130, pp. 57-86.

Cotropia, Ch. A., Lemley, M., Sampat, B., (2013), Do applicant patent citations matter?, working paper disponible à l'adresse : <http://urlz.fr/2uXO> (consulté le 06/10/2015).

Cyert, R.M., March, G.M., (1963), *A Behavioral Theory of the Firm*. Englewood Cliffs, NJ Prentice-Hall, 268 p.

Daft, R. L., (1983), Learning the Craft of organizational research, *The Academy of Management Review*, pp. 539-546.

Daim, T.U., Kocaoglu, D.F. (2008), Exploring technology acquisition in Oregon, Turkey and in the U.S. electronics manufacturing companies, *Journal of High Technology Management Research*, vol. 19, pp. 45-58.

Danneels, E., (2002), The dynamics of product innovation and firm competences, *Strategic Management Journal*, vol. 23, pp. 1095-1121.

Danneels, E., (2004), Disruptive technology reconsidered: a critique and research agenda, *Journal of Product Innovation Management*, vol. 21, n°4, pp. 246-258.

Danneels, E., (2008), Organizational antecedents of second-order competences, *Strategic Management Journal*, vol. 29, pp. 519-543.

David, P. A., (1985), Clio and the Economics of QWERTY, *The American Economic Review*, vol. 75, n°2, pp. 332-337.

David, A., (2000), La recherche-intervention, un cadre général pour les sciences de gestion ?, IXème Conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique, Montpellier, 24-26 mai 2000, 22 p.

David, A., Hatchuel, A., (2007), Des connaissances actionnables aux théories universelles en sciences de gestion, XVIème Conférence Internationale de Management Stratégique, 6-9 juin 2007, Montréal, 21 p.

Debackere, K., Luwel, M., Veugelers, R., (1999), Can technology lead to a competitive advantage ? A case study of Flanders using European Patent Data, *Scientometrics*, vol. 44, n°3, pp. 379-400.

Decision, (2012), World Electronic Industry outlook 2015-2020 challenges and opportunities ahead Europe at a crossroad, Electronica Conference 2012, Munich, 100 p.

Dedijer, S., Svensson, K. (1994), *Technical attachés and Sweden's Innovation Intelligence*, Rapport pour le gouvernement suédois, Lund.

Desautels, J., Larochelle, M., (2012), À propos de la posture épistémologique des enseignants et enseignantes de science, ICPE 2012, Chapitre 3, accessible en ligne : <http://urlz.fr/2vQc> (dernier accès le 07/07/2015).

Di Stefano, G., Peteraf, M., Verona, G., (2010), Dynamic capabilities deconstructed: a bibliographic investigation into the origins, development, and future directions of the research domain, *Industrial and Corporate Change*, vol. 19, n°4, pp. 1187-1204.

Doerfler, I., Baumann, O., Becker, M., (2012), Choosing Paths to Becoming a Systems Integrator: Lessons from Airbus' "New Systems Policy", paper presented at DRUID 2012 Conference, 37 p.

Dolata, U., (2009), Technological innovations and sectoral change. Transformative capacity, Adaptability, patterns of change. An analytical framework, *Research Policy*, vol. 38, n°6, pp. 1066-1076.

Dosi, G., (1982), Technological paradigms and technological trajectories, *Research Policy*, vol. 11, n°3. pp. 147-162.

Dosi, G., (1988), Sources, procedures and microeconomic effects of innovation, *Journal of Economic Literature*, vol. 26, pp.1120–1126.

Dosi, G., Teece, D.J., Winter, S.G., (1990), Les frontières des entreprises : vers une théorie de la cohérence de la grande entreprise, *Revue d'Économie Industrielle*, n°51, pp. 238-254.

Dosi, G., (1995), The contribution of Economic Theory to the Understanding of a Knowledge-based Economy, Working Paper WP-95-56, June 1995, 19 p.

Dosi, G., Nelson, R. R., Winter, S. G., (2002), *The nature and dynamics of organizational capabilities*, Oxford University Press, 389 p.

Dosi, G., Teece, D. J., Chytry, J., (2009), *Understanding industrial and corporate change*, Oxford University Press, 419 p.

Dou H., (1995), *Veille technologique et compétitivité – l'Intelligence Économique au service du développement industriel*, Éditions Dunod, Paris, 234 p.

Dou, J-M. (2004), Benchmarking R&D and companies through patent analysis using free databases and special software: a tool to improve innovative thinking, *World Patent Information*, vol. 26, pp. 297-309.

Dou, H., (2014), *Veille technologique et compétitivité : 20 ans de veille technologique commentée*, CIWORLDWIDE, Format Kindle, 411 p.

Dudézert, A., (2013), *La connaissance dans les entreprises*, Repères, Éditions la Découverte, Paris, 119 p.

Dufour, F., (2010), Approche dynamique de l'intelligence économique en entreprise : apports d'un modèle psychologique des compétences. Contribution à l'élaboration de programmes d'actions de la CCI de Rennes, thèse pour le doctorat en psychologie, Université Européenne de Bretagne, 621 p.

Drucker, P. (1998), The discipline of innovation, *Harvard Business Review*, vol. 76, n°6, pp. 149-157.

Ecorys, (2009), FWC Sector Competitiveness Studies – Competitiveness of the EU Aerospace Industry with focus on: Aeronautics Industry, accessible en ligne : <http://urlz.fr/1PZt> (dernier accès le 13/04/2015).

Edquist, Ch., (1997), *Systems of innovation: Technologies, Institutions and organizations*, London, Pinter Publishers/Cassell Academic, 432 pp.

Egghe L., Rousseau, R. (2000), The influence of publication delays on the observed aging distribution of scientific literature, *Journal of the American Society for Information Science*, vol. 51, pp. 158–165.

Eisenhardt, K. M., Martin, J. A., (2000), Dynamic capabilities: what are they? *Strategic Management Journal*, vol. 21, pp. 1105-1121.

- Epicoco, M., (2013), Knowledge patterns and sources of leadership: mapping the semiconductor trajectory, *Research Policy*, vol. 42, pp. 180-195.
- Epicoco, M., Oltra, V., Saint Jean, M. (2014), Knowledge dynamics and sources of eco-innovation: mapping the green chemistry community, *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 81, pp. 388-402.
- Ermine, J-L., Lièvre, P., Paraponaris, C., Guittard, C., (2014), Un état francophone du champ du management des connaissances : la communauté GeCSO, *Management & Avenir*, n°67, pp. 56-77.
- Ernst, H., (2003), Patent information for strategic technology management, *World Patent Information*, vol. 25, pp. 233-242.
- Ernst, D., (2005), Limits to Modularity – Reflections on recent developments in chip design, industry and innovation, *Industry and Innovation*, vol. 12, pp. 303-335.
- Fabry, B., Ernst, H., Langholz, J., Köster, M., (2006), Patent portfolio analysis as a useful tool for identifying R&D and business opportunities – an empirical application in the nutrition and health industry, *World Patent Information*, vol. 28, pp. 215-225.
- Feldman, M.S., (2000), Organizational routines as a source of continuous change, *Organization Science*, vol. 11, pp. 611-629.
- Feldman, M.S., Pentland, B.T. (2003), Reconceptualizing organizational routines as a source of flexibility and change, *Administrative Science Quarterly*, vol. 48, pp. 94-118.
- Fiol, M.C., Lyles, M.A. (1985), Organizational learning, *Academy of Management Review*, vol. 10, pp. 803-813.
- Foray, D., (2009), *L'économie de la connaissance*, La Découverte, 125 p.
- Foss, N.J., (1996), Knowledge-based approaches to the theory of the firm: some critical comments, *Organization Science*, vol. 7, n°5, pp. 470-476.
- Foss, N., Ishikawa, I., (2007), Towards a Dynamic Resource-Based View: insights from Austrian Capital and Entrepreneurship Theory, *Organizational Studies*, vol. 28, n°5, pp. 749-772.

- Frigant, V., (2013), Dynamique des relations verticales « inter-industriels » : une lecture à partir du concept de modularité, Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Bordeaux, 22 janvier, 201 p.
- Frigant, V., Talbot, D., (2005), Technological determinism and modularity: lessons from a comparison between Aircraft and Auto Industries in Europe, *Industry and Innovation*, vol. 12, n°3, pp. 337-355.
- Gatti, M. (2015), *IMA2G Issues and challenges*, MAKS Avionics Conference, 25-30 août 2015, Moscou, Russie, 32 p.
- Gavard-Perret, L., Gotteland, D., Haon, Ch., Jolibert, A., (2012), *Méthodologie de la recherche*, Pearson Education, Éco Gestion, Paris, 400 p.
- Geroski, P. A., Machin, S. J., Walters, C. F., (2003), Corporate growth and profitability, *The Journal of Industrial Economics*, vol. 45, n°2, pp. 171-189.
- Ghosh, M., Sobek, D.K. (2007), Effective metaroutines for organizational problem-solving, Working Paper, disponible en ligne : <http://urlz.fr/2vQd> (dernier accès : 29 juin 2015).
- Gilly, J.P., Talbot, D., Zuliani, J.M., (2011), Hub firms and the dynamics of regional innovation: case studies of Thales and Liebherr in Toulouse, *European Planning Studies*, vol. 19, n°12, pp. 2009-2024.
- Giordano, Y., (Dir) (2003), Conduire un projet de recherche. Une perspective qualitative, *EMS (Éditions Management & Société)*, 318 p.
- Gourlay, S. (2006), Conceptualizing knowledge creation: a critique of Nonaka's Theory, *Journal of Management Studies*, vol.49, n°7, pp. 1415-1436.
- Granstrand, O., (1998), Towards a theory of the Technology-Based firm, *Research Policy*, vol. 27, n°5, pp. 465-489.
- Granstrand, O., Sjölander, S., (1990), The acquisition of technology and small firms by large firms, *Journal of Economic Behavior and Organization*, vol. 13, pp. 367-386.
- Granstrand, O., Patel, P., Pavitt, K., (1997), Multi-technology corporations: why they have distributed rather than distinctive core competencies, *California Management Review*, vol. 39, n°4, pp. 8-25.

Grant, R. M., (1996), Toward a knowledge-based theory of the firm, *Strategic Management Journal*, vol. 17, n°7, pp. 109–122.

Grieu, J., (2004), Analyse et évaluation de techniques de commutation Ethernet pour l'interconnexion des systèmes avioniques, Thèse de doctorat en Réseaux et Télécommunications, Institut National Polytechnique de Toulouse, 145 p.

Griliches, Z., (1990), Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey, *Journal of Economic Literature*, American Economic Association, vol. 284, pp. 1661-1707.

Grupp, H., (1992), The measurement of technical performance of innovations by technometrics and its impact on established technology indicators, *Research Policy*, vol. 23, pp. 175-193.

Grupp, H., Mogege, M-E., (2005), Indicators for national science and technology policy, in H.F. Moed et al. (eds.), *Handbook of Quantitative Science and Technology Research*, 2005, pp. 75-94.

Guilhon, B., Levet, J-L., (2003), *De l'intelligence économique à l'économie de la connaissance*, Économica, Paris, 199 p.

Gulati, R., Nohria, N., Zaheer, A., (2000), Strategic networks, *Strategic Management Journal*, vol. 21, n°3, pp. 203-215.

Hall, B-H., Ziedonis R., (2001), The patent paradox revisited: an empirical study of patenting in the U.S. semiconductor industry, 1979-1995, *The RAND Journal of Economics*, vol. 32, n°1, pp.101-128.

Hall., B-H., Jaffe, A., Trajtenberg, M., (2005), Market value and patent citations: a first look *Rand Journal of Economics*, vol. 36, n°1, Spring, pp. 16-38.

Harbulot, Ch. (1992), *La machine de guerre économique*, Économica, 178 p.

Harbulot, Ch., (2012), *Manuel d'intelligence économique*, Presses Universitaires de France, 432 p.

Hatchuel, A., Molet, H., (1986), Rational Modelling in Understanding Human Decision Making: about two case studies, *European Journal of Operations Research*, n°24, pp 178-186.

Hatchuel, A., (1993), L'intervention des chercheurs dans l'entreprise : éléments pour une approche contemporaine, *Éducation Permanente*, 113, pp. 73-88.

Hauser, L., (2005), *Intelligence économique et entreprise*, Paris, Séfi, 233 p.

Helfat, C.E., (1994), Evolutionary trajectories in petroleum firm R&D. *Management Science*, vol. 40, pp. 1720–1747.

Helfat, C.E., Peteraf, M.A. (2003), The Dynamic Resource-Based View: Capability Lifecycles, *Strategic Management Journal*, vol. 24, n°10, pp. 997-1010.

Helfat C. E., Finkelstein, S., Mitchell, W., Peteraf, M., Singh, H., Teece, D.J., Winter, S., (2007), *Dynamic capabilities: understanding strategic change in organizations*, Blackwell, London, 147p.

Henderson, R.M., Clark, K.B., (1990), Architectural innovation: the reconfiguration of existing product technologies and failure of established firms, *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, n°1, pp. 9-30.

Henderson, R., Cockburn, I., (1996), Scale, scope and spillovers: the determinants of research productivity in drug discovery, *The RAND Journal of Economics*, vol. 27, n°1, pp. 32-59.

Hinze, S., Schmoch, U., (2005), Opening the black box. Analytical approaches and their impact on the outcome of statistical patent analyses , in Moed, H.F., Glanzel, W., Schmoch, U., *Handbook of Quantitative S&T Research*, Kluwer Academic Publishers, pp. 215-236.

Hobday, M., (1998), Product complexity, innovation and industrial organization, *Research Policy*, vol. 26, n°6, pp. 689-710.

Hobday, M., Rush, H., Tidd, J., (2000), Innovation in complex products and system, *Research Policy*, vol. 29, pp. 793-804.

Hobday, M., Davies, A., Prencipe, A. (2005), Systems integration: a core capability of the modern corporation, *Industrial and Corporate Change*, vol. 14, n°6, pp. 1109-1143.

Huber, G.P. (1991), Organizational learning: the contributing processes and the literatures, *Organization Science*, vol. 2, n°1, pp. 88-115.

Huet, F., Lazaric, N., (2008), Capacités d'absorption et d'interaction : une étude de la coopération dans les PME françaises, *Revue d'Économie Industrielle*, vol. 121, pp. 65-84.

Hugon, M-A, Seibel, C., (1988), *Recherches impliquées, recherché action : le cas de l'éducation*, De Boeck Université.

ICAO, (2014), *Air Navigation Report*, accessible en ligne: <http://urlz.fr/2vQe> (dernier accès le 09/10/2015).

Jaffe A, Trajtenberg M (2005), *Patents, Citations & Innovations: a Window on the Knowledge Economy*. MIT Press, Cambridge, 496 p.

Jakobiak F., (1992), *Exemples commentés de veille technologique*, Éditions d'Organisation, Paris, 198 p.

Jakobiak, F., (1998), *L'intelligence économique en pratique*, Éditions d'Organisation, Paris, 307 p.

Jakobiak, F., (2006), *L'intelligence économique : la comprendre, l'implanter, l'utiliser*, Paris, Éditions d'Organisation, 331 p.

Jakobiak, F., (2009), *L'intelligence économique : techniques et outils*, Eyrolles, 194 p.

Japan Patent Office (2000), *Guide Book for practical use of « Patent Map for Each Technology Field »*, disponible en ligne : <http://urlz.fr/2uTD> (consulté le 06 octobre 2015).

Jaworski B. J., Kohli, A. J., (1996), Market orientations: review, refinement, and roadmap, *Journal of Market-Focused Management*, vol. 1, n°2, pp. 119-135.

Kahaner L., (1997), *Competitive Intelligence: How to Gather, Analyze and Use Information to move your business to the Top*, New York, Simon & Schuster, 300 p.

Kechidi, M., Talbot, D., (2013), Les mutations de l'industrie aéronautique civile française : concentration, externalization et firme-pivot, *Entreprises et histoire*, n°73, pp. 72-85.

Knauf, A., (2007), Caractérisation des rôles du coordinateur-animateur : émergence d'un acteur nécessaire à la mise en pratique d'un Dispositif Régional d'Intelligence Economique, Thèse pour l'obtention du doctorat en Sciences de l'Information et de la Communication, Université de Nancy 2, 410 p.

Kislin, P., (2007), Modélisation du problème informationnel du veilleur dans la démarche d'Intelligence Economique, Thèse pour l'obtention du doctorat en Sciences de l'Information et de la Communication, Université de Nancy 2, 409 p.

Koenig, G., (1994), L'apprentissage organisationnel : repérage des lieux, *Revue Française de Gestion*, pp. 76-83

Kogut, B., Zander, U., (1992), Knowledge of the firm, combinative capabilities and the replication of technology, *Organization Science*, vol. 3, n°3, pp. 383-397.

Kogut B., & Zander U., (1996), What Firms Do? Coordination, Identity and Learning, *Organization Science*, vol.7, n°5, pp. 502-518.

Lado, A., Boyd, N., Wright, P., Kroll, M., (2006), Paradox and theorizing within the Resource-Based View, *The Academy of Management Review*, vol. 31, n°1, pp. 115-131.

Laperche, B., (2004), La propriété industrielle : moteur ou frein à l'innovation ? », in Uzunidis, D., *L'innovation et l'économie contemporaine*, De Boeck Université « Économie, Société, Région », 2004, pp. 62-84.

Lazaric, N., Dennis, B., (2005), Routinisation and memorisation of tasks inside a workshop: the case of the introduction of ISO norms, *Industrial and Corporate Change*, vol. 14, n°5, pp. 873-896.

Lazonick, W. (2010), *Marketization, Globalization, Financialization: The Fragility of the US Economy in an Era of Global Change*, Working Paper, Center for Industrial Competitiveness at Umass Lowell, 50 p.

Le Bas, Ch., (1993), La firme et la nature de l'apprentissage, *Économies et sociétés*, série Dynamique Technologique et Organisation, n°1, pp. 7-24.

Le Bas, Ch., (2007), *Économie et management du brevet*, Économica, 161 p.

Le Bas, Ch., (2008), *La diversification technologique comme processus ambidextre. Une analyse empirique sur panel de firmes multinationales*, working paper n°2008-5, Laboratoire d'Économie de la Firme et des Institutions, 22 p.

Le Moigne J.L., (1995), *Les épistémologies constructivistes*, PUF Que Sais-je ?, 120 p.

Le Moigne J.L., (2001), *Les enracinements, Tome 1 le Constructivisme*, l'Harmattan, Paris, 297 p.

Le Moigne J.L., (2012), *Les épistémologies constructivistes*, PUF Que Sais-je ?, 4^{ème} édition, 128 p.

Lesca H., (1994), Veille stratégique pour le management stratégique : État de la question et axes de recherche, *Économies et Sociétés*, Sciences de Gestion, vol. 20, n°5, pp. 31-50.

Lesca, H., Blanco, S., (2002), Contribution à la capacité d'anticipation des entreprises par la sensibilisation aux signaux faibles, 6ème Congrès International Francophone sur la PME, HEC-Montréal, octobre 2002, pp. 11-19.

Lesca, H., (2004), *Veille stratégique : la méthode L.E.SCAanning*, Management et Société (EMS), 190 p.

Levet, J-L., (2001), *L'intelligence économique, mode de pensée, mode d'action*, Économica, Paris, 154 p.

Levet, J-L., (2008), *Les pratiques de l'intelligence économique : dix cas d'entreprises*, Économica, Paris, 159 p.

Levin, R., Klevorick, A., Nelson, R., Winter, S., (1987), Appropriating the returns from industrial research and development, *Brooking Papers on Economic Activity* 3, pp. 783-831.

Levinthal, D., (1992), Surviving Schumpeterian Environments: an Evolutionary Perspective, *Industrial and Corporate Change*, vol. 1, pp. 427-443.

Levinthal, D., March, J.G., (1993), The myopia of learning. *Strategic Management Journal* vol. 14, 95-112.

Levitt B., March, J.G., (1988), Organizational learning, *Annual Review of Sociology*, n°14, pp. 319-340.

Lewin, K., (1951), *Field theory in social science; selected theoretical papers*, D. Cartwright Edition, New York, Harper & Row, 346 p.

Lichtenthaler, E., (2004), Technological change and the technology intelligence process: a case study, *Journal Engineering Technological Management*, vol. 21, pp. 331-348.

Lichtenthaler, E., Muethel, M. (2012), The role of deliberate and experiential learning in developing capabilities: insights from technology licensing, *Journal Engineering Technological Management*, vol. 29, pp. 187-209.

Lièvre, P., Rix-Lièvre, G., (2012), La "dimension tacite" des connaissances expérientielles individuelles : une perspective théorique et méthodologique, *Management International*, vol. 41, n°3, pp. 45-56.

- Malerba, F., L. Orsenigo, (1993), Technological regimes and firm behavior, *Industrial and Corporate Change*, vol.2, pp. 45-74.
- Malerba, F., Orsenigo, L., (1996), Schumpeterian patterns of innovation, Cambridge, *Journal of Economics*, vol. 19, n°1, pp. 47-65.
- Malerba, F., Orsenigo, L., (1997), Technological regimes and sectoral patterns of innovative activities, *Industrial and Corporate Change*, vol. 6, pp. 83-117.
- Malerba, F., Orsenigo, L., (1999), Technological entry, exit and survival: an empirical analysis of patent data, *Research Policy*, vol. 28, pp. 643-660.
- Malerba, F., (2002), Sectoral Systems of innovation and production, *Research Policy*, vol. 31, pp. 247-264.
- Malerba, F., (2009), *Sectoral Systems of Innovation. Concepts, Issues and Analyses of Six Major Sectors in Europe*, Cambridge University Press, 536 p.
- Mansfield, E., (1986), Patents and innovation: an empirical study, *Management Science*, vol. 32, n°2, pp. 173-181.
- March, J.G., Simon, H.A., (1958), *Organizations*, John Wiley and Sons, 262 p.
- March, J. G., (1991), Exploration and exploitation in organizational learning, *Organization Science*, vol. 2, n°1, pp. 71-87.
- Marcon, Ch., Moinet, N., (2006), *L'intelligence Economique*, Paris, Éditions Dunod, 128 p.
- Marcon, Ch., (2009), Réseaux d'intelligence économique. L'éthique au centre des problématiques organisationnelles, *Revue Internationale d'Intelligence Économique*, 2009/2, vol. 1, pp. 197-211.
- Marcon, Ch., (2014), *La recherche française en intelligence économique : bilan et perspectives*, Éditions l'Harmattan, 256 p.
- Marquer, F., (1995), *Innovation et management des brevets*, Paris, Les Éditions d'Organisation.
- Marsili, O., (2002), Technological regimes and sources of entrepreneurship, *Small Business Economics*, vol. 19, n°3, pp. 217-231.

Marsili, O., Verspagen, B., (2002), Technology and the dynamics of industrial structures: an empirical mapping of Dutch manufacturing, *Industrial and Corporate Change*, vol. 11, n°4, pp. 791-815.

Martinet B., Ribault J.M., (1989), *La veille technologique, concurrentielle et commerciale*, Éditions d'Organisation, Paris, 2ème éd., 300 p.

Martinet B., Marti Y.M., (1995), *L'intelligence économique, les yeux et les oreilles de l'entreprise*, Éditions d'Organisation, 244 p.

Martre H., (1994), *Intelligence économique et stratégie des entreprises*, Commissariat général du Plan, La Documentation Française, Paris, 167 p.

McGuire, S., (2007), The United States, Japan and the aerospace industry: from capture to competitor ?, *The Pacific Review*, vol. 20, n°3, pp. 329-350.

Meurier, B., Mounaïme, H., Vieu, M., Lugowska, M., (2011), Évolution du champ des "capacités dynamiques" : une analyse bibliométrique comparative des productions francophones et Anglophones récentes (1997-2008), FACEF PESQUISA, Franca, vol. 14, n°1, pp. 105-126.

Meyer, M. (2002), Tracing knowledge flows in innovation systems, *Scientometrics*, vol. 54, n°2, pp. 193-212.

Moati, Ph., (2003), Esquisse d'une méthodologie pour la prospective des secteurs, une approche évolutionniste, *Cahier de recherche du Centre de Recherche pour l'Étude et l'Observation des Conditions de Vie*, n°187, octobre 2003, 86 p.

Moed, H.F., Glänzel, W., Schmoch, U., (2005), *Handbook of Quantitative Science and Technology Research. The use of Publication and Patent Statistics in Studies of S&T systems*, Springer Netherlands, 800 p.

Moinet N., (2010), *Petite histoire de l'intelligence économique : une innovation "à la française"*, Paris, L'Harmattan, 130 p.

Moura, S., (2007), L'impossible banalisation des industries de défense, l'apport d'une analyse institutionnaliste à l'étude de la dynamique des industries, thèse pour le doctorat en sciences économiques, Université Montesquieu-Bordeaux IV, 397p.

- Mowery, D. C., Oxley, J. E., Silverman, B. S., (1998), Technological overlap and interfirm cooperation: implications for the resource-based view of the firm, *Research Policy*, vol. 27, pp. 507-523.
- Narin, F., Olivastro, D., (1992), Status report: linkage between technology and science, *Research Policy*, vol. 21, pp. 237-249.
- Narin, F., Hamilton, K., Olivastro, D., (1997), The Increasing Linkage Between U.S. Technology and Public Science, *Research Policy*, vol. 26, n°3, pp. 317-30.
- Nelson, R., Winter, S., (1982), *An evolutionary theory of economic change*, Harvard University Press, Cambridge, 454 p.
- Nelson, R., Rosenberg, N., (1993), Technical innovation and national systems, in Nelson, R., *National Innovation systems: a comparative analysis*, Oxford University Press, New York.
- Noblet, J.P., Simon, E., (2010), Capacité d'absorption: revue de la littérature, opérationnalisation et exploration, *Gestion 2000*, vol. 27, n°6, pp. 59-74.
- Nonaka I., (1994), A dynamic theory of organizational knowledge creation, *Organization Science*, vol.5, n°1, pp.14-37.
- Nonaka, I., Takeuchi, H., (1995), *The knowledge creating company: how Japanese companies create the dynamics of innovation*, New York, Oxford University Press, 284 p.
- Nonaka, I., Toyama, R., Konno, N., (2000), SECI, Ba and Leadership: a Unified Model of Dynamic Knowledge Creation, *Long Range Planning*, vol. 33, pp. 5-34.
- Nonaka, I., Toyama, R., (2005), The theory of the knowledge-creating firm: subjectivity, objectivity and synthesis, *Industrial and Corporate Change*, vol. 14, n°3, pp. 419-436.
- Nonaka, I., Toyama, R., (2007), Strategic management as distributed practical wisdom (phronesis), *Industrial and Corporate Change*, vol. 16, 3, pp. 371-394.
- Nonaka, I., Toyama, R., Hirata, T., (2008), *Managing flow: a process theory of the knowledge-based firm*, Palgrave Macmillan, 280 p.
- Norling, P., Herring, J., Rosenkrans, W.A., Stellpflug, M., Kaufman, S.B., (2000), Putting competitive intelligence to work, *Research-Technology Management*, vol. 43, n°5, pp.23-28.
- Noyons, E.C.M. (2004), *Science Maps within in a Science Policy Context*. This Handbook, pp. 237-255.

OCDE, (2009), *Manuel de l'OCDE sur les statistiques des brevets*, disponible en ligne : <http://urlz.fr/2vQj> (dernier accès : 20 août 2015), 176 p.

Oubrich, M., (2007), L'intelligence économique, un outil de management stratégique orienté vers le développement de nouvelles connaissances, *La Revue des Sciences de Gestion*, 2007/4, n°226-227, pp. 77-88.

Oubrich, M., Barzi, R., (2014), Patents as a source of strategic information: the inventive activity in Morocco, *Journal of Economics and International Business Management*, vol. 2, n°2, pp. 27-35.

Pablo, A.L., Reay, T., Dewald, J.R., Casebeer, A.L. (2007), Identifying, enabling and managing dynamic capabilities in the public sector, *Journal of Management Studies*, vol. 44, n° 5, pp. 687-708.

Paoli, C., Dou, H., Dou, J-M., Maninna, B., (2003), La constitution d'indicateurs brevets par domaines technologiques, *Cahiers de la documentation*, 2003/2, pp. 45-59.

Patel, P., Pavitt, K., (1991), Large firms in the production of world's technology: an important case of non-globalization, *Journal of International Business Studies*, vol. 22, n°1, pp. 1-22.

Pavitt, K., (1984), Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory, *Research Policy*, vol. 13, pp. 343-373.

Pavitt, K. (1985), Patent statistics as indicators of innovative activities: possibilities and problems, *Scientometrics*, vol. 7, pp. 77-99.

Pavitt, K., Patel, P. (1997), The Technological Competence of World's Largest Firms: Complex and Path Dependent, but not Much Variety, *Research Policy*, vol. 26, n°2, pp. 141-156.

Pavitt, K. (2003), The process of innovation, *SPRU Electronic Working Paper Series*, 89.

Pavlou, P.A., El Sawy, O.A., (2011), Understanding the Elusive Black Box of dynamic capabilities, *Decision Sciences*, vol. 42, n°1, pp. 239-273.

Peirce, C. S., (1958), *Collected Papers of Charles Sanders Peirce, volumes VII and VIII: Science and philosophy and reviews, correspondence and bibliography*, Arthur W. Burks (ed.), 798 p.

- Pénin, J., (2003), Endogénéisation des externalités de recherché : le rôle de la capacité d'émission des connaissances, *Revue d'Économie Industrielle*, vol. 102, pp. 7-28.
- Penrose, E.T., (1959), *The Theory of Growth of the Firm*, Oxford University Press, New York, 304 p.
- Pentland, B.T., Feldman, M.S., (2008), Designing routines: on the folly of designing artifacts while hoping for patterns of action, *Information and Organization*, vol. 18, pp. 235-250.
- Phaal, R., Farrukh, C.J., Probert, D.R., (2006), Technology management tools: concept, development and application, *Technovation*, vol. 26, pp. 157-178.
- Piaget, J., (1967), *Logique et connaissance scientifique*, Gallimard, Paris, 1376 p.
- Prahalad, C.K., Hamel, G., (1990), The core competence of the corporation, *Harvard Business Review*, vol.68, n°3, pp.79-91.
- Polanyi M., (1967), *The Tacit Dimension*, London, Routledge & Paul Kegan, 128 p.
- Porter, M., (1980), *Competitive Strategy*, Free Press, New York. 397 p.
- Porter, M., (1985), *Competitive advantage*, Free Press, New York. 592 p.
- Porter, A.L., Cunningham, S.W., (2004), *Tech Mining: exploiting new technologies for competitive advantage*, Wiley, 408 p.
- Porter, A.L., Newman, N. C., (2011), Mining external R&D, *Technovation*, vol. 31, pp. 171-176.
- Prencipe, A., (1997), Technological competencies and product's evolutionary dynamics: a case study from the aero-engine industry, *Research Policy*, vol. 25, pp. 1261-1276.
- Prencipe, A., (2000), Breadth and depth of technological capabilities in CoPS: the case study of the aircraft engine control system, *Research Policy*, vol. 29, pp. 895-911.
- Priem, R.L., Butler, J.E., (2001), Is the Resource-Based "View" a useful perspective for strategic management research?, *The Academy of Management Review*, vol. 26, n°1, pp. 22-40.
- Pritchard, A., (1969), Statistical bibliography or bibliometrics?, *Journal of Documentation*, vol. 25, pp. 348-349.

- Pritchard, D., MacPherson, A., (2004), Industrial subsidies and the Politics of World Trade: the Case of the Boeing 7e7, *The Industrial Geographer*, vol. 1, n° 2, pp. 57-73.
- Pritchard, D., MacPherson, A., (2007), Strategic destruction of the Western commercial aircraft sector: implications of systems integration and international risk-sharing business models, *The Aeronautical Journal of the Royal Aeronautical Society*, pp. 327-334.
- Prime, C., Bassecoulard, E., Zitt, M. (2002), Co-citations and co-citations: A cautionary view on an analogy. *Scientometrics*, vol. 54, pp. 291–308.
- Regis, D., Hubert, G., Gatti, M., (2013), IC components reliability concerns for avionics end-users, Actes de la conference Digital Avionics Conference, 32nd DASC, Syracuse, octobre 2013.
- Rice, R. E., Cooper, S. D. (2010), *Organizations and unusual routines. A systems analysis of Dysfunctional feedback Processes*, Cambridge University Press, 400 p.
- Ridder, A., (2011), Sensing and Seizing open innovation: a capability-based approach, papier présenté à la conference DRUID, Winter 2011, Denmark, 20-22 janvier 2011, 43 p.
- Romme, A.G., Zollo, M., Berends, P., (2010), Dynamic capabilities, deliberate learning and environmental dynamism: a simulation model, *Industrial and Corporate Change*, vol. 19, n°4, pp. 1271-1299.
- Rorhbeck R., (2010), Harnessing a network of experts for Competitive Advantage: Technology scouting in the ICT industry, *R&D Management*, vol. 40, n°2, pp. 169-180.
- Rouach, D., Santi, P., (2001), Competitive Intelligence add value: 5 intelligence attitudes, *European Management Journal*, vol. 19, n°5, pp. 552-559.
- Roy, B., (1985), *Méthodologie multicritère d'aide à la décision*, Économica, 423 p.
- SAE (1996), ARP-4754 – *Certification Considerations for highly-integrated or Complex aircraft Systems*.
- Samier, H., Sandoval, V., (1999), *La recherche intelligente sur l'Internet et l'Intranet*, Hermès Science Publications, 190 p.
- Sanchez, R., Mahoney, J.T., (1996), Modularity, flexibility and knowledge Management in product and organization design, *Strategic Management Journal*, vol. 17, pp. 63-76.

Saunier C., (2008), *Rapport sur l'évolution du secteur de la micro/nanoélectronique*, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, n°417, Sénat, session ordinaire de 2007-2008.

Sauro, H. M., (2008), Modularity defined, *Molecular Systems Biology*, vol. 4, p. 166.

Savall, H., Zardet, V., (2004), *Recherche en sciences de gestion : approche qualimétrique, observer l'objet complexe*, Économica, 432 p.

Schmoch, U., (1999), Impact of international patent applications on patent indicators, *Research Evaluation*, vol. 8, pp. 119-131.

Schmoch, U. (2008), *Concept of a Technology Classification for Country Comparisons*, Final Report to the WIPO, Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research, disponible à l'adresse : <http://urlz.fr/2uNW> (dernier accès le 31 août 2015).

Schmookler, J. (1966), *Invention and economic growth*, Harvard University Press, 332 p.

Schreyögg, G., Kliesch-Eberl, M., (2007), How dynamic can organizational capabilities be? Towards a dual-process model of capability dynamization. *Strategic Management Journal*, vol. 28, pp. 913–933.

Sghairi Haouati, M., (2010), *Architectures innovantes de systèmes de commandes de vol*, thèse en Systèmes Informatiques et Systèmes Embarqués, Institut National Polytechnique de Toulouse, Toulouse, 147 p.

Shibata, N., Kajikawa, Y., Takeda, Y., Sakata, I., Matsushima, K., (2011), Detecting emerging research fronts in regenerative medicine by the citation network analysis of scientific publications, *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 78, pp. 274-282.

Simon H.A., (1960), *The new science of management decision*, New York, Harper, & Rox Publishers, 175 p.

Sincholle, V., (2009), *De la gestion des brevets d'invention au pilotage de l'innovation : le cas d'un centre de recherche de haute technologie*, Thèse de doctorat en sciences de gestion, Ecole Polytechnique, 265 p.

Sirmon, D.G., Hitt, M. A., Ireland, R.D., (2007), Managing firm resources in dynamic environments to create value: looking inside the Black Box, *The Academy of Management Review*, vol. 32, n°1, pp. 273-292.

Slama, B., (2012), L'intelligence organisationnelle : une nouvelle perspective pour l'amélioration de la capacité d'absorption de l'organisation, thèse en sciences de gestion, Université de Lille 1 – Sciences et technologies, 261 p.

Sorenson, O., Fleming, L., (2004), Science and the diffusion of knowledge, *Research Policy*, vol. 33, pp. 1615-1634.

Suarez, F. F., Utterback, J. M., (1995), Dominant designs and the survival of firms, *Strategic Management Journal*, vol. 16, pp. 415-430.

Talbot, D., (2011), Contrôles et proximités au sein de la *supply chain* aéronautique, *Logistique & Management*, vol. 19, n°1, pp. 3-14.

Thales, (2013), Document de référence, disponible en ligne : <http://urlz.fr/2vQk> (dernier accès le 07/07/2015).

Thales, (2014), Document de référence, disponible en ligne : <http://urlz.fr/2vQl> (dernier accès le 07/07/2015).

Teece, D. J., (1986), Profiting for technological innovation: implications for integration, collaboration, licensing and public policy, *Research Policy*, vol. 15, n°6, pp. 285-305.

Teece, D. J., Pisano, G., Shuen, A., (1997), Dynamic Capabilities and strategic Management, *Strategic Management Journal*, vol. 18, n°7, pp. 509-533.

Teece, D.-J., (2007), Explicating dynamic capabilities: the nature and microfoundations of sustainable enterprise performance, *Strategic Management Journal*, vol. 28, n°13, pp. 1319-1350.

Teece, D.J., (2009), *Dynamic Capabilities and Strategic Management: organizing for Innovation and Growth*, Oxford University Press, 320 p.

Teece, D.J., (2010), Business Model, Business Strategy and Innovation, *Long Range Planning*, vol. 43, pp. 172-194.

Thomke, S.H., Kuemmerle, W (2000), Strategic assets, interdependence and technological change: an empirical investigation in pharmaceutical drug discovery, *Harvard Business School*, Working paper No 00-086, pp. 11-16.

Trippe, A., (2003), Patinformatics: tasks to tools. *World Patent Information*, vol. 25, n°3, pp. 211-221.

- Tsoukas, H. (2003), Do we really understand tacit knowledge? *In* Estearby-Smith, M., Lyles, M-A. (Eds) *The Blackwell Handbook of organizational learning and knowledge management*, Oxford Blackwell Publishing Ltd, pp. 410-427.
- Tushman, M, O'Reilly, C., (1997), *Winning through Innovation: A Practical Guide to Leading Organizational Change and Renewal*, Boston, Harvard Business School Press, 272 p.
- Utterback, J.M., (1996), *Mastering the Dynamics of innovation*, Harvard Business Review Press, 2nd Edition, 288 p.
- Utterback, J.M, Abernathy, W.J., (1975), A dynamic model of process and product innovation, *Omega*, vol. 3, n°6, pp. 639-656.
- Van Raan, A.F.J., Van Leeuwen, Th. N., (2002), Assessment of the scientific basis of interdisciplinary, applied research. Application of bibliometric methods in nutrition and food research, *Research Policy*, vol. 31, pp. 611-632.
- Vermersch, P., (2011), *L'entretien d'explicitation*, ESF, 7^{ème} édition, Paris, 220 p.
- Verries, J., (2010), Approche pour la conception de systèmes aéronautiques innovants en vue d'optimiser l'architecture. Application au système portes passager, thèse de doctorat en Systèmes Informatiques Critiques, Université Paul Sabatier Toulouse 3, 187 p.
- Verspagen, B., De Loo, I., (1999), Technology spillovers between sectors and over time, *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 60, pp. 215-235.
- Vinkler, P. (1998), Comparative investigation of frequency and strength of motives toward referencing, the reference threshold model- comments on theories of citation? *Scientometrics*, vol. 43, pp. 107-127.
- Wang, C. L., Ahmed, P. K., (2007), Dynamic capabilities: a review and research agenda, *International Journal of Management Reviews*, vol. 9, n°1, pp. 31-51.
- Wasson, Ch., (2006), *System analysis, design and development: concepts, principles, and practices*, Wiley-Blackwell, 832 p.
- Wenger, E. (1998), *Communities of practice: learning, meaning, and identity*, Cambridge University Press, 336 p.
- Wernerfelt, B., (1984), A Resource-Based View of the firm, *Strategic Management Journal*, vol. 5, 2, pp. 171-180.

West, J., Iansiti, M (2003), Experience, experimentation, and the accumulation of knowledge: the evolution of R&D in the semiconductor industry, *Research Policy*, vol. 32, pp. 809-825.

Wilensky H., (1967), *Organizational Intelligence: Knowledge and Policy in Government and Industry*, New York, Basic Books, 212 p.

Winter, S.G., (1988), On Coase, Competence, and the Corporation, *Journal of Law, Economics and Organization*, vol. 4, n°1, pp. 163-180.

Winter, S.G., (2003), Understanding dynamic capabilities, *Strategic Management Journal*, vol. 24, n°10, pp. 991-995.

Yoon, B., (2008), On the development of a technology intelligence tool for identifying technology opportunity, *Expert systems with Applications*, vol. 35, pp. 124-135.

Zahra, S., A., George, G., (2002), Absorptive capacity: a review, reconceptualization and extension, *Academy of Management Review*, vol. 27, n°2, pp. 185-203.

Zahra, S., A., Sapienza, H., Davidsson, P., (2006), Entrepreneurship and Dynamic capabilities: a review, model and research Agenda, *Journal of Management Studies*, vol. 43, n°4, pp. 917-955.

Zollo M., & Winter S.G., (2002), From Organizational Routines to Dynamic Capabilities, INSEAD Working Paper, n°48.

Zuliani, J-M., (2008), Le cluster des systèmes embarqués à Toulouse : une organisation en « système local de compétences » ?, *Géographie, économie, société*, vol. 10, pp. 327-348.

Annexes

- ANNEXE 1 Réunions du Comité de Pilotage
- ANNEXE 2 Tableau des entretiens
- ANNEXE 3 Processus de certification
- ANNEXE 4 Liste des chapitres relatifs aux systèmes établie par l'*Air Transport Association*
- ANNEXE 5 Classes techniques définissant le secteur avionique
- ANNEXE 6 La littérature sur les *COmplex Products and Systems*
- ANNEXE 7 Les niveaux de certification des développements (DAL ou *Design Assurance Level*)
- ANNEXE 8 Niveau de Maturité Technologique (*Technology Readiness Levels ou TRL*)
- ANNEXE 9 Les normes majeures de l'avionique

ANNEXE 1 Réunions du Comité de Pilotage (3h chacune)

Année	Date
2012	17 juillet 07 août 15 octobre 09 novembre 18 décembre
2013	29 janvier 28 février 29 mars 26 avril 31 mai 28 juin 26 juillet 27 septembre 29 novembre 19 décembre
2014	21 janvier 14 mars 30 juin 05 septembre 17 octobre 08 décembre
2015	06 février 02 avril 21 mai

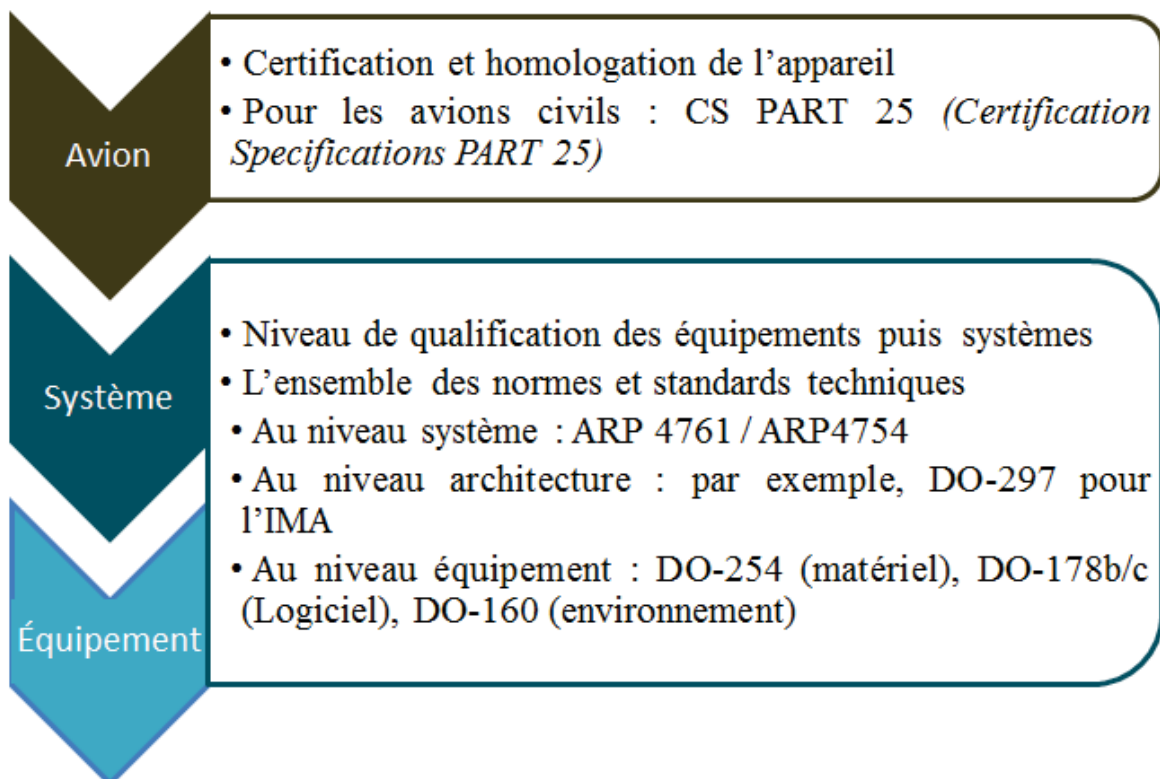
ANNEXE 2 Tableau des entretiens

Numéro	Date	Durée	Département / Division	Direction	Poste	Lieu
1	02/06/2012	3h	Département	Direction Technique	Directeur	Bordeaux
2	04/06/2012	2h	Département	Direction Marketing	Responsable pour le Département	Bordeaux
3	11/06/2012	3h	Département	Direction Technique	Directeur	Bordeaux
4	14/06/2012	2h	Département	Direction Marketing	Responsable pour le Département	Bordeaux
5	10/07/2012	2h	Division	Intelligence Economique	Directeur	Bordeaux
6	21/08/2012	3h	Division	Intelligence Economique	Responsable en charge de la plateforme de veille	Bordeaux
7	11/09/2012	2h	Division	Propriété Intellectuelle	Directeur	Paris
8	08/10/2012	2h	Département	Direction Technique	Correspondant Propriété Intellectuelle	Bordeaux
9	21/11/2012	2h	Département	Direction Technique	Directeur	Bordeaux
10	13/12/2012	2h	Département	Direction Marketing	Responsable pour le Département	Bordeaux
11	05/02/2013	2h	Autre Département	Direction Technique	Correspondant Propriété Intellectuelle	Bordeaux
12	22/04/2012	2h	Autre Département	Direction Technique	Correspondant Propriété Intellectuelle	Audio

ANNEXE 3 Processus de certification

Le processus de certification d'un appareil de ligne civil est organisé selon trois niveaux :

- premièrement, chaque équipement doit répondre à des exigences définies par des normes qui encadrent les développements ;
- deuxièmement, chaque équipement est intégré dans un système qui doit également répondre à ces mêmes normes, auxquelles s'ajoutent des normes et certificats plus précis, tel la DO-297 qui encadre la conception de l'architecture d'Avionique Modulaire Intégrée (AMI ou IMA en anglais) ;
- troisièmement et dernièrement, l'appareil dans son ensemble reçoit une certification finale délivrée par les autorités d'État sous l'autorité de l'Organisation Internationale de l'Aviation Civile (par exemple) :
 - l'European Aviation Safety Agency (EASA) (Europe) ;
 - la Federal Aviation Administration (FAA) (États Unis) ;
 - la Transport Canada Civil Aviation (TCCA) ;
 - l'Agence Nationale de l'Aviation Civile (Brésil) ;
 - l'Interstate Aviation Committee-Aircraft Register (IAC-AR) (Russie) ;
 - l'Administration de l'Aviation Civile Chinoise (CAAC) (Chine).



**ANNEXE 4 Liste des chapitres relatifs aux systèmes établie par l’Air
*Transport Association***

Chapitre 20	Standards
Chapitre 21	Air conditionné, pressurisation, contrôle de la température
Chapitre 22	Pilote automatique
Chapitre 23	Communications
Chapitre 24	Génération électrique
Chapitre 25	Équipements de bord
Chapitre 26	Équipements incendie
Chapitre 27	Commandes de vol
Chapitre 28	Commandes de carburant
Chapitre 29	Commandes des systèmes hydrauliques
Chapitre 30	Commandes de protection pluie/givre
Chapitre 31	Systèmes d’enregistrement et d’indication
Chapitre 32	Systèmes des trains d’atterrissage
Chapitre 33	Éclairage
Chapitre 34	Navigation
Chapitre 35	Systèmes de gestion de l’oxygène
Chapitre 36	Pneumatiques
Chapitre 37	Dépression
Chapitre 38	Systèmes de gestion de l’eau et toilettes
Chapitre 39	Systèmes électriques et panneau électronique
Chapitre 42	Avionique Modulaire Intégrée
Chapitre 44	Systèmes de cabine
Chapitre 45	Système central de diagnostic et de maintenance
Chapitre 46	Systèmes d’informations
Chapitre 47	Systèmes de gestion du gaz inerte
Chapitre 49	Systèmes de gestion de la génération électrique auxiliaire

ANNEXE 5 Classes techniques définissant le secteur avionique

CIB	Signification
A47B	Tables, bureaux, mobilier de bureau, meubles à tiroirs, tiroirs, parties constitutives générales des meubles
B01D	Séparation
B32B	Produits stratifiés, c-à-d faits de plusieurs couches de forme plane ou non plane, par exemple cellulaire ou en nid d'abeilles
B60R	Véhicules, équipements ou parties de véhicules, non prévus ailleurs
B64C	Aéroplanes, hélicoptères
B64D	Installation ou équipements à bord des aéronefs, combinaison de vol, parachutes, installations ou aménagements des ensembles, moteurs ou des transmissions de la propulsion à bord des aéronefs
B65D	Réceptacles pour l'emmagasinage ou le transport d'objets ou de matériaux, par exemple sacs, tonneaux, bouteilles, boîtes, bidons, caisses, bocaux, réservoirs, trémies ou conteneurs d'expédition, accessoires ou fermetures pour ces réceptacles, éléments d'emballage, paquets
C30B	Croissance des monocristaux
F16F	Ressorts, amortisseurs, moyens pour amortir les vibrations
F28F	Parties constitutives ou aménagements, d'application générale des dispositifs échangeurs de chaleur ou de transfert de chaleur
G01B	Mesure de la longueur, de l'épaisseur ou de dimensions linéaires analogues, mesure des angles, mesure des superficies, mesure des irrégularités des surfaces ou contours
G01C	Mesure des distances, des niveaux ou des relèvements, géodésie, navigation, instruments gyroscopiques, photogrammétrie ou vidéogrammétrie
G01D	Mesure non spécialement adaptée à une variable particulière, dispositions non couvertes par une seule des autres sous-classes pour mesurer plusieurs variables, appareils compteurs à tarifs, dispositions pour le transfert ou la transduction de mesures non spécialement adaptées à une variable particulière, mesures ou vérifications non prévues ailleurs
G01K	Mesure des températures, mesure des quantités de chaleur, éléments thermosensibles non prévus ailleurs
G01L	Mesure des forces, des contraintes, des couples, du travail, de la puissance mécanique, du rendement mécanique ou de la pression des fluides
G01N	Recherche ou analyse des matériaux par détermination de leurs propriétés chimiques ou physiques
G01P	Mesure des vitesses linéaires ou angulaires, de l'accélération, de la décélération ou des chocs, indication de la présence ou de l'absence d'un mouvement, indication de la direction d'un mouvement
G01R	Mesure des variables électriques, mesure des variables magnétiques
G01S	Détermination de la direction par radio, radio-navigation, détermination de la distance ou de la vitesse en utilisant des ondes radio, localisation ou détection de la présence en utilisant la réflexion ou la reradiation d'ondes radio, dispositions analogues utilisant d'autres ondes
G02B	Éléments, systèmes ou appareils optiques
G02F	Dispositifs ou systèmes dont le fonctionnement optique est modifié par changement des propriétés optiques du milieu constituant ces dispositifs ou systèmes et destinés à la commande de l'intensité, de la couleur, de la phase, de la polarisation ou de la direction de la lumière, par exemple commutation, ouverture de porte, modulation ou démodulation; techniques nécessaires au fonctionnement de ces dispositifs ou

	systèmes; changement de fréquence; optique non linéaire; éléments optiques logiques; convertisseurs optiques analogiques/numériques
G05B	Systèmes de commande ou de régulation en général; éléments fonctionnels de tels systèmes; dispositifs de contrôle ou d'essais de tels systèmes ou éléments
G05D	Systèmes de commande ou de régulation des variables non électriques
G06F	Traitement électrique de données numériques
G06G	Calculateurs analogiques
G06K	Reconnaissance des données; Présentation des données; supports d'enregistrement; manipulation des supports d'enregistrement
G06Q	Systèmes ou méthodes de traitement de données, spécialement adaptés à des fins administratives, commerciales, financières, de gestion, de surveillance ou de prévision; systèmes ou méthodes spécialement adaptés à des fins administratives, commerciales, financières, de gestion, de surveillance ou de prévision
G06T	Traitement ou génération de données d'image, en général
G08C	Systèmes de transmission pour valeurs mesurées, signaux de commande ou similaires
G09F	Présentation, publicité, enseignes, étiquettes ou plaques d'identification, sceaux
G09G	Dispositions ou circuits pour la commande de l'affichage utilisant des moyens statiques pour présenter une information variable
G11B	Enregistrement de l'information basé sur un mouvement relatif entre le support d'enregistrement et le transducteur
G11C	Mémoires statiques
G12B	Détails ou parties constitutives d'instruments ou détails ou parties constitutives comparables d'autres appareils, non prévus ailleurs
H01L	Dispositifs à semi-conducteurs; dispositifs électriques à l'état solide non prévus ailleurs
H01R	Connexions conductrices de l'électricité; associations structurelle de plusieurs éléments de connexion électrique isolés les uns des autres; Dispositifs de couplage; collecteur de courant
H01S	Dispositifs utilisant l'émission stimulée
H02J	Circuits ou systèmes pour l'alimentation ou la distribution d'énergie électrique; systèmes pour l'accumulation d'énergie électrique
H03B	Production d'oscillation, directement ou par changement de fréquence, à l'aide de circuits utilisant des éléments actifs qui fonctionnent d'une manière non commutative; production de bruit par de tels circuits
H03D	Démodulation ou transfert de modulation d'une onde porteuse à une autre
H03F	Amplificateurs
H03H	Réseaux d'impédances, par exemple circuits résonants; résonateurs
H03K	Technique de l'impulsion
H03L	Commande automatique, démarrage, synchronisation ou stabilisation des générateurs d'oscillation ou d'impulsion électroniques
H03M	Codage, décodage ou conversion de code, en général
H04B	Transmission
H04J	Communication multiplex
H04L	Transmission d'information numérique, par exemple communication télégraphique
H04N	Transmission d'image
H04Q	Sélection (appareils, dispositifs)
H05K	Circuits imprimés; enveloppes ou détails de réalisation d'appareils électriques; fabrication d'ensembles de composants électriques

ANNEXE 6 La littérature sur les *CComplex Products and Systems*

Hobday (1998), Hobday et al. (2000) isole la réalisation de produits complexes de certains secteurs d'activités dépendant tous de ces régimes technologies en développant le cadre des produits COPS (*Complex Products and Systems*). En effet, la production de ces systèmes nécessite un effort de coordination important des différents acteurs impliqués dû à la complexité de l'architecture des produits (Henderson et Clark, 1990), ainsi que la mobilisation de ressources physiques, humaines et technologiques très avancées et spécifiques. Ces systèmes sont ainsi entendus comme des systèmes de haute technologie conçus et développés pour des applications spécifiques, intégrant de nombreux sous-systèmes et commercialisés en business-to-business (B2B). Dans leur analyse, Acha et Brusoni (2008) ont qualifié les systèmes avioniques de produits COPS remplissant les critères avancés par Hobday (1998) dont :

- la complexité de la chaîne de production et la nécessaire coordination des acteurs au niveau de chaque sous-système. La nature de ces acteurs varie à chaque niveau et peut inclure des firmes de tailles et secteurs différents (fabricants de composants, développeurs de logiciels, etc.), les partenariats temporaires entre concurrents, firmes-universités, clients-fournisseurs étant fréquents ;
- l'organisation du procédé de développement par projet. De manière générale, l'avionneur définit les spécifications de l'appareil avant de confier la réalisation de systèmes ou sous-systèmes à ses principaux fournisseurs, lesquels répartissent à leur tour la charge en s'appuyant sur leur propre chaîne de sous-traitance ;
- un processus d'innovation plutôt incrémental, pour lequel l'existence de boucles de rétroaction permet de suivre le développement dans ses différents stades d'avancement. La complexité des systèmes avioniques et leur réalisation sur spécification génèrent des coûts importants. Pour limiter ces coûts et garantir la traçabilité des développements exigés par les avionneurs et autorités de certification, la capitalisation sur le savoir-faire et les produits et technologies existants est un recours majeur des fournisseurs d'avionique ;
- une très grande diversité des domaines technologiques impliqués qui complexifie la structure de la base de connaissances. Ces connaissances sont souvent distinctes et ne peuvent être maîtrisées par un seul acteur ;
- la mise en place de structures et de procédés ingénieriques de production spécifiques au système, lui-même étant destiné à des applications précises

spécifiées par le client, et difficilement transférables sur d'autres programmes. Dans le cas de l'avionique, les équipements et systèmes sont réalisés sur spécification, nécessitent la mobilisation d'environnement de travail (logiciel, bancs de développement et de test) et de sous-produits (composants) sur l'ensemble de la durée de vie du programme, et ce de façon quasi-permanente et exclusive ;

- l'importance des investissements en Recherche et Technologique (études dites amonts) puis en Recherche et Développement (R&D), en prototypage, etc.

Le cadre général des COPS met en avant des cadres de réalisation des systèmes très lourds exigés par la complexité technique des systèmes et les proximités qui unissent les différents acteurs impliqués. Quelques compétences cœur des firmes évoluant dans les régimes technologiques de systèmes complexes :

- la capacité à superviser et coordonner les fournisseurs de sa chaîne de valeur ;
- la capacité à connaître *a minima* l'ensemble des technologies nécessaires à la réalisation du système ;
- enfin, la capacité à pallier à toute défaillance du fournisseur (financière, technologique en particulier).

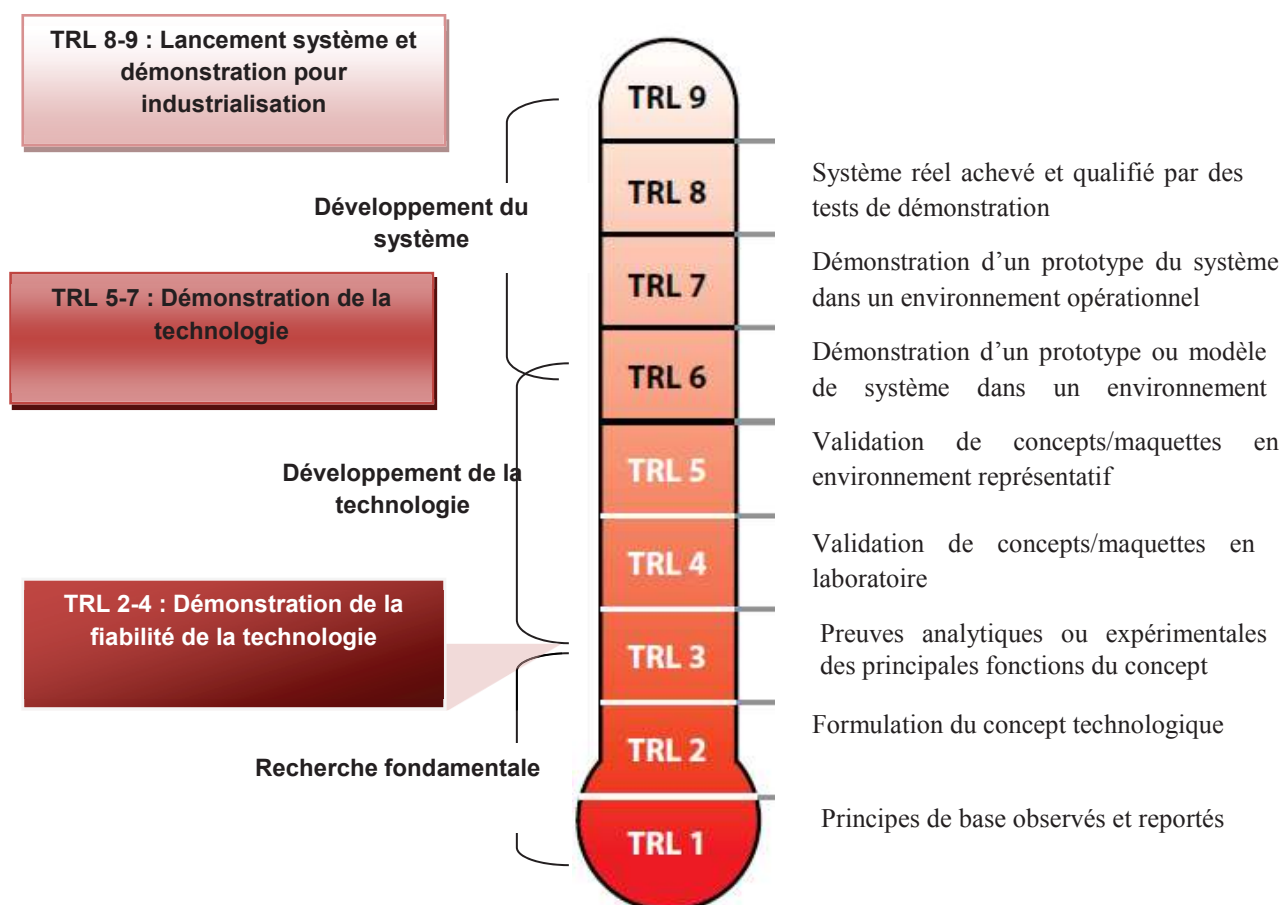
ANNEXE 7 Les niveaux de certification des développements (DAL ou *Design Assurance Level*)

Les exigences de certification des équipements sont liées au niveau de criticité de ce dernier, défini selon le rôle de la fonction dans l'avion, l'impact d'un évènement sur ce dernier pour la sécurité des passagers et la sûreté du vol. Chaque équipement comprend trois parties, une matérielle, une logicielle et une interface système, dont le développement est rigoureusement encadré par des normes. Ces normes définissent les processus qualité en développement *via* des cahiers de charges précis pour chaque sous-système afin de garantir leur conformité au moment de la certification. Les règles d'évaluation du développement et de la capacité de l'équipement ou du système à remplir sa fonction ont été définies dans le standard de la Société des Ingénieurs de l'Aérospatiale (SAE) (SAE ARP4754) et correspondent aux échelons suivants :

- **niveau A** : toute défaillance du système ou sous-système peut entraîner une conséquence catastrophique ;
- **niveau B** : toute défaillance du système ou sous-système peut entraîner des dégâts sérieux ;
- **niveau C** : toute défaillance du système ou sous-système peut entraîner des dysfonctionnements sur les équipements vitaux de l'appareil ;
- **niveau D** : toute défaillance du système ou sous-système peut perturber la sécurité du vol ;
- **niveau E** : toute défaillance du système ou sous-système peut causer un problème n'inquiétant pas la sécurité du vol.

ANNEXE 8 Niveau de Maturité Technologique (*Technology Readiness Levels ou TRL*)

L'échelle de mesure des niveaux de maturité technologiques, plus communément appelée TRL a été « standardisée » par le Département de la Défense Américain en 2006³⁹. L'objectif de cet outil est de guider les équipes de recherche et les managers dans l'orientation et la prise de décision sur le développement et l'exploitation d'une technologie. L'application de cette échelle depuis les travaux de recherche amont jusqu'au développement permet aux managers de gérer les risques liés aux nouvelles technologies. Cependant, l'absence de lien direct entre l'état d'avancement d'une technologie et son appropriation (maîtrise) par un acteur, ou encore sa non-compatibilité avec d'autres en dépit de son niveau de maturité (une technologie mature peut très bien ne pas pouvoir être exploitée dans un certain contexte d'application, là où une technologie émergente sera utilisable) nécessite une adaptation permanente pour chaque cas.



³⁹ Sources : DOD (2006) ; DGA (2009).

ANNEXE 9 Les normes majeures de l'avionique

Dans le cas du développement des systèmes avioniques, les normes suivantes sont à prendre en considération :

- l'ARP (*Aerospace Recommended Practice*) 4754 définit les procédés standards de développement de l'ensemble des systèmes aéronautiques (Verries, 2010) par l'ingénierie système ;
- la D0254 / ED-80 *Design Assurance Guidance for Airborne Electronic Hardware* établit les règles de développement des interfaces matérielles des systèmes. Son élaboration et ses évolutions tiennent compte des tendances des technologies électroniques ;
- la DO178b,c / ED-12C *Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification* fixe les règles de développement des logiciels de l'avionique. Cette norme établit notamment une classification des systèmes selon la criticité de la fonction traitée (voir Annexe 7) ;
- enfin, les évolutions technologiques récentes sur l'architecture générale des calculateurs ont conduit à l'élaboration d'une norme pour encadrer l'Avionique Modulaire Intégrée (IMA), la RTCA⁴⁰ DO-297 / ED 124.

⁴⁰ RTCA : *Radio Technical Commission for Aeronautics* est l'organisation américaine en charge du développement des normes pour l'aéronautique. Un accord a été passé avec son homologue Européen, *L'European Organization for Civil Aviation Equipment*, afin d'harmoniser les normes.

Liste des tableaux et figures

Liste des tableaux

Tableau 1 Synthèse des approches hiérarchiques des capacités dynamiques	50
Tableau 2 Sources d'informations scientifiques et techniques	97
Tableau 3 Synthèse des courants épistémologiques.....	119
Tableau 4 Grille présentant les statuts du participant	130
Tableau 5 Présentation des études techniques.....	147
Tableau 6 Répartition de la production mondiale de l'industrie électronique et des composants électroniques en 2008.....	213
Tableau 7 Courbe de miniaturisation des semi-conducteurs.....	214
Tableau 8 Évolution des dépôts de brevets des acteurs sur le Système 2 (en familles de brevets).....	231

Liste des figures

Figure 1 Répartition du carnet de commande par secteur en 2014	10
Figure 2 Chiffres clés 2014 du groupe Thales	11
Figure 3 Le positionnement du Département Calculateurs au sein du Groupe Thales	12
Figure 4 Le processus SECI.....	36
Figure 5 L'écosystème des <i>Ba</i> organisé autour de la firme	39
Figure 6 La transformation des routines organisationnelles par les capacités dynamiques	42
Figure 7 La capacité dynamique d'absorption des connaissances	52
Figure 8 Micro-fondations des capacités dynamiques	55
Figure 9 Distinction des capacités dynamiques	58
Figure 10 Typologie de la veille	69
Figure 11 Le cycle de l'intelligence économique	74
Figure 12 Hiérarchie des capacités dynamiques	87

Figure 13 Les processus organisationnels qui composent la capacité dynamique d'intelligence technologique	94
Figure 14 Dynamique d'acquisition des connaissances	95
Figure 15 La démarche de recherche suivie	129
Figure 16 Estimation de l'activité inventive d'un acteur	178
Figure 17 Extraction des connaissances par l'analyse selon la cible interne	181
Figure 18 Le Système Sectoriel d'Innovation et de Production du secteur avionique	208
Figure 19 Représentation des architectures fédérées et du concept d'avionique modulaire intégrée	211
Figure 20 Évolution des dépôts de brevets des acteurs de l'avionique par domaine technique (moyenne annuelle/période)	216
Figure 21 Évolution des dépôts de brevets pour les systèmes 1 et 2 sur la période 1980-2010 (en familles de brevets/an)	220
Figure 22 Évolution des dépôts de brevet des acteurs sur le Système 1 (Nombre de familles de brevets déposés/an)	221
Figure 23 Évolution des dépôts de brevet des acteurs sur le Système 2 (Nombre de familles de brevets déposés/an)	222
Figure 24 Chaîne de valeur de l'avionique	225
Figure 25 Évolution de la dispersion technologique par acteur sur la période 1980-2005 pour le Système 1 (en %).....	230
Figure 26 Évolution de la dispersion technologique par acteur sur la période 1980-2005 pour le Système 2 (en %).....	232
Figure 27 Dépôts de brevets des acteurs sur les Systèmes 1 et 2 et comparaison avec les citations reçues par ces brevets (en nombre de familles de brevets).....	234
Figure 28 Répartition de l'art antérieur cité par les firmes dans le cas du Système 1(en %). 235	
Figure 29 Répartition de l'art antérieur cité par les firmes dans le cas du Système 2(en %). 236	
Figure 30 Évolution des publications scientifiques pour les Systèmes 2 et 3 (nombre de publications par an)	238
Figure 31 Classement des principaux acteurs publiants pour les systèmes 2 et 3 (en nombre de publications relevé).	240

Figure 32 Classement des acteurs incluant Airbus et Boeing pour les systèmes 1 et 2 (en nombre de familles de brevets déposées).....	242
Figure 33 Part des citations concernant les avionneurs pour les Systèmes 1 et 2 (en %)	243
Figure 34 Évolution des dépôts de brevets d'Airbus et Boeing pour le Système 1	244
Figure 35 Structure de la base de connaissances d'Airbus entre 1980 et 2010 sur le Système 1 (en nombre de brevets déposés par technologie)	246
Figure 36 Structure de la base de connaissances de Boeing entre 1980 et 2010 sur le Système 1 (en nombre de brevets déposés par technologie)	247

Table des matières

Sommaire	1
Liste des abréviations et des sigles	3
Introduction Générale.....	5
1. Observer et apprendre de l'environnement	6
1.1. Les enjeux de l'observation des dynamiques scientifiques et technologiques du secteur.....	7
1.2. Le questionnement d'une firme face à ces enjeux : Thales Avionics	9
1.2.1. La Division Avionique du groupe Thales, un acteur au cœur des changements du secteur	9
1.2.2. Le Département Calculateurs, point de réflexion sur les technologies de calcul de demain.....	11
2. La capacité d'intelligence technologique, une réponse au problème de compréhension de l'environnement scientifique et technique	15
3. Le déploiement pour l'analyse sectorielle par une démarche de recherche-intervention.....	17
4. Le plan de la thèse.....	19
Chapitre 1 Firmes, environnement et capacités dynamiques	23
Introduction du chapitre	24
1. Le rôle des connaissances dans l'adaptation des firmes.....	25
1.1. La connaissance dans l'organisation	25
1.1.1. De la distinction entre les connaissances tacites et explicites.....	26
1.1.2. De la distinction entre la connaissance comme un actif et comme un flux	27
1.2. La dynamique d'apprentissage organisationnel, nœud de la relation firme-environnement	30
1.2.1. L'apprentissage organisationnel comme un processus cumulatif et déterminé .	30

1.2.2.	La connaissance comme une ressource	33
1.2.3.	La connaissance comme un objet créé	35
1.3.	Les considérations théoriques sur une forme distincte de capacité organisationnelle	40
1.3.1.	Dépasser l'inertie des routines	40
1.3.2.	Adapter rapidement les ressources	43
2.	Les capacités dynamiques : aider la firme à évoluer dans un environnement instable	45
2.1.	La diversité des approches des capacités dynamiques	45
2.1.1.	L'intentionnalité du changement à l'origine des capacités dynamiques	46
2.1.2.	Envisager leur déploiement dans les cadres organisationnels.....	48
2.2.	Évaluer l'opérationnalisation du concept de capacité dynamique.....	51
2.2.1.	La relation entre les capacités dynamiques et les processus d'apprentissage	51
2.2.2.	Le rôle du manager dans le déploiement des capacités dynamiques	53
2.3.	Les perspectives de recherche retenues	56
2.3.1.	Proposer une approche de l'adaptation intentionnelle	56
2.3.2.	La dimension <i>sensing</i> : un cadre d'exploration des capacités dynamiques	58
	Conclusion du chapitre	63

Chapitre 2 L'Intelligence Technologique, une capacité dynamique pour appréhender l'environnement scientifique et technique 65

Introduction du chapitre 66

1. Les « pratiques managériales » pour maîtriser l'environnement 67

1.1. La veille : une approche globale d'observation de l'environnement..... 68

 1.1.1. La veille, un processus informationnel orienté

 1.1.2. La veille technologique

1.2. L'intelligence économique, surveiller et maîtriser l'environnement de la firme 72

 1.2.1. L'approche française de la *Competitive Intelligence*

 1.2.2. L'intelligence économique pour l'aide à la décision

2. L'intelligence technologique, une capacité dynamique pour comprendre et exploiter l'environnement scientifique et technique	78
2.1. L'intelligence technologique, un processus de management des connaissances scientifiques et techniques	78
2.1.1. De l'observation des changements scientifiques et techniques.....	78
2.1.2. Le déploiement de l'intelligence technologique : procédés	81
2.2. Application des critères d'analyse des capacités dynamiques proposés par Barreto (2010).....	83
2.2.1. La nature de l'intelligence technologique	83
2.2.2. Le rôle de l'intelligence technologique	85
2.2.3. La position de l'intelligence technologique	86
2.2.4. Les finalités de l'intelligence technologique.....	87
2.3. Les acteurs du processus.....	89
2.3.1. Les managers, instigateurs du déploiement de la capacité.....	89
2.3.2. Les experts, au cœur du processus de conversion des connaissances	90
2.3.3. La cellule d'intelligence technologique	91
2.4. Proposition de cadre empirique à l'observation de la capacité d'intelligence technologique.....	93
2.4.1. Identifier et acquérir des connaissances	95
2.4.2. Analyser les informations.....	100
2.4.3. Absorber les connaissances	103
Conclusion du chapitre	109
Chapitre 3 Cadre conceptuel et méthodologique de la recherche	111
Introduction du chapitre	112
1. Fondements conceptuels de la recherche	114
1.1. L'objet de recherche	114
1.1.1. De l'identification d'un problème de gestion.....	114
1.2. Le positionnement épistémologique des travaux.....	118

1.2.1.	Les différentes approches épistémologiques	118
1.2.2.	Le paradigme constructiviste retenu	122
2.	Le cadre méthodologique de la recherche	125
2.1.	Une approche qualitative pour étudier l'objet de recherche	125
2.1.1.	Une démarche de recherche-intervention	125
2.1.2.	Introduction au design de recherche mobilisé	127
2.2.	Le contexte spécifique à la thèse en CIFRE	130
3.	Les données mobilisées pour la recherche	134
3.1.	L'analyse exploratoire par entretiens	134
3.2.	L'exploration empirique par application	137
3.2.1.	La mobilisation des bases de données structurées	138
3.2.2.	Introduction aux études de cas techniques	145
	Conclusion du chapitre	151
	Chapitre 4 Déploiement de la capacité d'Intelligence Technologique au sein du Département Calculateurs.....	153
	Introduction du chapitre	154
1.	L'état des lieux des pratiques de surveillance de l'environnement au sein du Département Calculateurs.....	157
1.1.	Les pratiques identifiées au sein du Département Calculateurs	158
1.2.	La gestion des connaissances, une pratique confirmée au Département ?	161
2.	Le déploiement de la capacité d'intelligence technologique	166
2.1.	Le processus d'acquisition des connaissances.....	167
2.1.1.	L'approche de la recherche dans les bases de données structurées.....	168
2.1.2.	L'identification des connaissances pertinentes : le rôle de l'expert.....	170
2.2.	La construction du processus d'analyse	172
2.2.1.	Comprendre et analyser un domaine technologique	173
2.2.2.	Identifier et étudier les trajectoires inventives d'une organisation	175
2.2.3.	Analyser les réseaux de collaborations	179

2.3.	L'appropriation des connaissances	180
2.3.1.	Vers un processus créateur de connaissances nouvelles	180
2.3.2.	L'exploitation des résultats pour l'aide à la décision	182
2.4.	Évaluer la question du transfert de la capacité à d'autres Départements	185
2.4.1.	Présentation de l'étude et du cadre de réalisation	186
2.4.2.	Discussion : synthèse des facteurs de réussite et d'échec du déploiement	187
Conclusion du chapitre		190
Chapitre 5 Comprendre et analyser le secteur avionique par la capacité d'intelligence technologique		193
Introduction du chapitre		194
1. L'approche des Systèmes Sectoriels d'Innovation et de Production (SSIP) pour comprendre les dynamiques de l'environnement		196
1.1.	La compréhension des changements technologiques dans l'environnement	196
1.1.1.	Dynamiques sectorielles et régimes technologiques	197
1.1.2.	Des trajectoires technologiques influencées par le sentier	199
1.2.	Le cadre des Systèmes Sectoriels d'Innovation et de Production pour identifier le secteur avionique	202
2. L'application du cadre des SSIP : les enjeux scientifiques et techniques de l'avionique		206
2.1.	Les effets de double dépendance aéronautique/électronique sur la construction de la base de connaissances du secteur	207
2.1.1.	Dynamiques sectorielles : l'influence de l'électronique et de l'aéronautique..	207
2.1.2.	L'impact de l'introduction de l'électronique sur la réalisation des systèmes avioniques	210
2.1.3.	Un secteur dominé par une dépendance de sentier forte	215
2.2.	L'avionique, un enjeu au cœur des programmes aéronautiques	217
2.2.1.	La complexité technique des systèmes avioniques	217

2.2.2.	La corrélation entre les cycles technologiques et les programmes aéronautiques	219
2.2.3.	Une demande structurée par la chaîne de valeur des avionneurs	223
2.3.	Les interactions entre les agents du secteur	226
2.3.1.	D'un secteur initialement concentré à une concurrence croissante.....	227
2.3.2.	La croissance rapide des acteurs sur le secteur	228
2.3.3.	Vers de nouvelles formes de relations : l'observation des stratégies partenariales des fournisseurs d'équipements avioniques.....	232
2.3.3.1.	L'observation de flux de connaissances entre concurrents.....	233
2.3.3.2.	Vers une ouverture plus importante par les collaborations scientifiques .	237
2.3.4.	Une remise en cause du rôle des avionneurs ?	241
2.3.4.1.	Des donneurs d'ordre impliqués dans la dynamique des technologies avioniques : le cas d'Airbus et Boeing.....	242
2.3.4.2.	Airbus et Boeing : des stratégies divergentes susceptibles d'influer sur les relations avec les équipementiers avioniques.....	244
	Conclusion du chapitre	251
	Conclusion Générale	255
1.	Synthèse des contributions	257
2.	Les limites de cette recherche	259
3.	Les perspectives de recherche.....	262
	Bibliographie.....	267
	Annexes	293
	ANNEXE 1 Réunions du Comité de Pilotage (3h chacun)	294
	ANNEXE 2 Tableau des entretiens	295
	ANNEXE 3 Processus de certification.....	296
	ANNEXE 4 Liste des chapitres relatifs aux systèmes établie par l' <i>Air Transport Association</i>	297
	ANNEXE 5 Classes techniques définissant le secteur avionique	298

ANNEXE 6 La littérature sur les <i>COmplex Products and Systems</i>	300
ANNEXE 7 Les niveaux de certification des développements (DAL ou <i>Design Assurance Level</i>)	302
ANNEXE 8 Niveau de Maturité Technologique (<i>Technology Readiness Levels</i> ou TRL)	303
ANNEXE 9 Les normes majeures de l'avionique	304
Liste des tableaux et figures	305
Table des matières	309

