



HAL
open science

Essai de modélisation du processus d'innovation des biens d'équipement: le cas d'un produit de haute technologie à long cycle de vie. Application aux moteurs électriques dans un groupe industriel international.

Karina Velloso Rodrigues

► **To cite this version:**

Karina Velloso Rodrigues. Essai de modélisation du processus d'innovation des biens d'équipement: le cas d'un produit de haute technologie à long cycle de vie. Application aux moteurs électriques dans un groupe industriel international.. Sciences de l'ingénieur [physics]. INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE LORRAINE, 2011. Français. NNT: . tel-02389853

HAL Id: tel-02389853

<https://theses.hal.science/tel-02389853>

Submitted on 2 Dec 2019

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

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

INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE LORRAINE

ÉCOLE DOCTORALE RP2E (RESSOURCES, PROCÉDES, PRODUIT, ENVIRONNEMENT)

EQUIPE DE RECHERCHE SUR LES PROCESSUS INNOVATIFS

THÈSE

Présentée et soutenue publiquement le 23 mars 2011
pour l'obtention du grade de Docteur de l'INPL
(Spécialité : Génie des Systèmes Industriels)

par

Karina VELLOSO RODRIGUES

**Essai de modélisation du processus d'innovation des biens
d'équipement: le cas d'un produit de haute technologie à
long cycle de vie.**

Application aux moteurs électriques dans un groupe industriel international.

Directeur de thèse :

M. Patrick Truchot,

Professeur, ERPI-ENSGSI-INPL Nancy

Co-directeur de thèse :

M. Thomas Froehlicher

Professeur, HEC Ulg Liège

Tuteur Industriel :

M. Jean-François Pradurat

Business Développement Manager, Convertteam

COMPOSITION DU JURY :

Président du jury :

M. Neri dos Santos,

Professeur, Universidade Federal de Santa Catarina- Brasil

Rapporteurs :

M. Ameziane Aoussat,

Professeur, ENSAM- Arts et Métiers ParisTech

M. Smail Ait El Hadj,

Professeur, ITECH- Institut Textile et Chimique de Lyon

Membre invité :

M. Jean-Charles Mercier

Directeur Commercial Rotating Machines, Convertteam

L'Institut National Polytechnique de Lorraine n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans cette thèse. Ces opinions doivent être considérées comme propres à l'auteur.

REMERCIEMENTS

Pendant ces trois ans de travaux de recherche j'ai bénéficié de nombreux soutiens : certains ponctuels, d'autres de chaque instant, mais tous essentiels. Je souhaite témoigner ma gratitude à tous ceux qui ont contribué direct ou indirectement à la réalisation de cette thèse.

Je remercie sincèrement mon directeur de thèse M. Patrick Truchot, qui à travers ses conseils éclairés et son soutien m'a aidé et guidé tout au long de cette thèse. Je lui remercie également de la liberté d'action qu'il m'a toujours témoignée. Je n'oublierai pas sa bonne humeur communicative, sa ténacité et ses qualités humaines. Ces souvenirs demeureront toujours présents dans ma mémoire.

Je tiens ensuite à remercier mon co-directeur de thèse M. Thomas Froelicher et mes tuteurs industriels M. Jean-François Pradurat et M. Jean-Charles Mercier pour m'avoir lancé dans l'aventure et pour la confiance qu'ils m'ont accordée. Mes remerciements vont également à M. Philippe Escudero, qui a participé à l'origine de cette thèse, pour m'avoir épaulé sur une bonne moitié du chemin ; et à M. Andy King et M. Emmanuel Zanchi pour avoir fourni les conditions nécessaires au bon déroulement de cette thèse.

Je souhaite exprimer toute ma reconnaissance aux membres du jury qui en s'intéressant à ce travail, me font un honneur auquel je suis très sensible. Je tiens à remercier M. Aoussat et M. Ait-El-Hadj qui ont bien voulu consacrer de leur temps pour examiner ces travaux et M. Santos d'avoir accepté de se déplacer depuis le Brésil pour assister à ma soutenance.

J'adresse des remerciements pour leurs conseils, leurs sourires, leurs motivations et les pauses café sans faille, aux collègues et amis de Converteam et du laboratoire ERPI. Merci à vous et spécialement à Kathy et à Terry pour votre aide qui m'a été précieuse.

Je réserve enfin mes plus tendres pensées à toute ma famille qui a toujours été à mes côtés pour me soutenir dans les moments d'incertitude et de difficulté. A mes parents, qui à travers leurs efforts et leur dévouement ont fait et feront toujours la différence. Egalement à mon frère, Bruno, pour tout l'amour et l'affection dont il m'a entouré. Je leur manifeste ma reconnaissance et ma gratitude.

Merci à toi, Marcelo, meu amor, qui a partagé avec moi les moments de doutes et aussi mes réussites pendant ces années. Tu a parvenu à me redonner dynamisme et joie dans les moments difficiles et à me faire « lâcher prise » quand il le fallait. Ce travail te revient en grande partie. Merci pour tout, et bien plus encore.

RESUME

La maîtrise du processus d'innovation est devenu un enjeu majeur pour les acteurs économiques actuels. Plus particulièrement dans les industries de biens d'équipement, le processus de conception et développement est long, complexe et implique différents acteurs travaillant sous des contraintes sévères (ressources technologiques et financières limitées, normes et règles à respecter, etc).

L'innovation au sein de ces industries n'est plus une activité ponctuelle, occasionnelle, mais elle est devenue une activité récurrente de l'entreprise. Cette activité de développement de nouveaux produits est donc organisée sous la forme de projets : les « projets d'innovation ». A partir des observations portées sur le pilotage des projets d'innovation à l'intérieur d'un grand groupe industriel appelé Converteam, cette thèse propose une méthode de classification et segmentation des projets d'innovation de biens d'équipement.

Afin de concevoir cette méthode de classification, une méthodologie d'observation pour la collecte des données a été mise au point. La campagne d'expérimentation a été menée dans le cadre de six projets d'innovation développés chez Converteam. Nous avons commencé par réaliser une analyse de l'évolution et de la dynamique d'innovation de la technologie des moteurs électriques afin de préciser la problématique industrielle. Ensuite nous avons analysé la littérature afin de trouver les éléments permettant de mettre au point une classification des projets d'innovation. L'étude de ces éléments a abouti dans une méthode de classification qui prend en compte les aspects marketing, technologiques et les attentes des entreprises, pour classer les projets en trois catégories : la différenciation, la neutralisation et l'optimisation. Cette méthode a été testée sur six projets d'innovation ce qui nous a permis de dégager de bonnes pratiques pour chaque catégorie de projet.

Mots-clés : *projets d'innovation, biens d'équipement, classification des projets d'innovation, méthode de classification, gestion de portefeuille de projets.*

ABSTRACT

Mastering the innovation process is a critical and major issue for a wide range of companies in this rapidly changing world. Especially in the capital goods industries where the design and development process is very long, complex and involves many different departments working under severe constraints (limited financial and technological resources, time, standards and rules to follow, etc).

Innovation in these industries is no longer casual, but it has become a pivotal activity of the company. Thus, new product development activity is organized into "innovation projects". From observations of the innovative projects driver within a large industrial group called Converteam, this thesis proposes a method for classifying and segmenting capital goods innovation projects.

In order to develop this classification method, an observation methodology for data collection has been developed. The experimental procedure was performed in six innovation projects developed at Converteam. We started by analysing the evolution and dynamics of the electric motors technology. Then, we analyzed the literature in order to find the inputs and outputs needed to develop a classification of innovation projects. The study of these elements resulted in a classification method that takes into account the marketing and technological aspects and the company expectations to classify projects into three categories: differentiation, neutralization and optimization. This method was tested on six innovative projects that allowed us to identify good practices for each project category.

Keywords: *innovation projects, capital goods, innovation projects classification, classification method, project portfolio management.*

TABLE DE MATIERES

<i>Remerciements</i>	3
<i>Résumé</i>	4
<i>Abstract</i>	5
CHAPITRE 1. INTRODUCTION GENERALE ET METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE	9
1. <i>Introduction générale</i>	9
1.1. Démarche générale de recherche.....	10
1.2. Organisation du document	11
1.3. Objet et enjeux de la recherche.....	12
1.4. Contours du champ de recherche.....	13
1.5. Introduction à la problématique	14
1.6. Objectif de la recherche	15
2. <i>Méthodologie de la recherche</i>	17
2.1. Posture épistémologique.....	17
2.1.1. La recherche intervention	18
2.1.2. La « grounded theory »	19
2.2. Approche méthodologique	19
2.2.1. Une recherche basée sur des études de cas	19
2.2.2. Une recherche intervention couplé avec la « grounded theory », à base d'études de cas.....	20
3. <i>Collecte des données empiriques</i>	22
3.1. Elaboration d'une grille d'observation.....	22
3.2. Les données récoltées et les modes de collecte	24
3.2.1. Récolte des données issues du cadre d'observation-participante	24
3.2.2. Récolte des données écrites	24
3.2.3. Récolte des données orales issues d'entrevues.....	25
3.3. Le traitement des données empiriques	25
CHAPITRE 2. L'EVOLUTION ET LA DYNAMIQUE D'INNOVATION DE LA TECHNOLOGIE DE MOTEURS ELECTRIQUES 27	
1. <i>La technologie des moteurs électriques</i>	27
1.1. Définition de technologie et les moteurs électriques.....	27
1.2. L'historique du processus d'innovation des moteurs électriques.....	28
1.3. La segmentation de la technologie des moteurs électriques par la complexité : les généralistes et les niches. 32	
1.4. L'innovation dans le domaine de moteurs électriques	35
2. <i>Converteam SAS : le terrain de recherche</i>	36
2.1. Historique et secteurs d'activité	37
2.2. Les gammes de moteurs électriques	40
2.3. Equipe de recherche et développement et projets d'innovation	41
3. <i>Problématique Industrielle</i>	42
CHAPITRE 3. ETUDES APPROFONDIES DU PROCESSUS D'INNOVATION ET DE PRATIQUES DE MANAGEMENT DE L'INNOVATION	45
PARTIE I.....	45
1. <i>Pourquoi innover?</i>	45
2. <i>L'innovation comme objet de recherche</i>	46
2.1. Distinction entre invention et innovation	46
2.2. Définitions de l'innovation	47
2.2.1. L'innovation : une démarche	49
2.2.2. L'innovation : un processus.....	49

2.2.3. L'innovation : un résultat	51
2.2.3.1. Les champs d'action ou la nature de l'innovation.....	52
2.2.3.2. Les résultats de l'action d'innovation.....	54
3. Synthèse de la première partie.....	57
PARTIE II.....	58
4. Positionnement de notre recherche par rapport à l'ingénierie de l'innovation technologique.....	58
4.1. Les quatre niveaux d'intervention de l'ingénierie de l'innovation technologique.....	59
5. Management de l'innovation	62
5.1. Management du processus global d'innovation	62
5.2. Management du processus projet	66
5.2.1. La vision simpliste : « market pull » versus « technology push »	67
5.2.2. La vision intégrée : Le triangle de l'innovation technique.....	70
5.2.3. Le rôle de l'interface R&D et marketing dans le développement d'un nouveau produit.....	72
6. Synthèse de la deuxième partie.....	75
7. Problématique de Recherche.....	76
CHAPITRE 4. CONCEPTION D'UN MODELE POUR LA CLASSIFICATION ET SEGMENTATION DES PROJETS	
D'INNOVATION DE BIENS D'EQUIPEMENT.....	81
1. Précisions et définitions initiales.....	81
1.1. Distinction entre la notion de Projet et de Projet d'innovation.....	82
1.2. Positionnement temporel de l'application du modèle	82
1.3. Succès d'un projet d'innovation	85
2. Conception d'un modèle théorique	86
2.1. Observations terrain	86
2.2. Retours, résultats ou conséquences de l'innovation	88
2.3. Dynamique de l'Origine des projets d'Innovation.....	90
2.4. Définition des entrées (« inputs ») du modèle de classification des projets d'innovation de biens d'équipement	92
2.4.1. Consensus sur les aspects marketing et technologique.....	92
2.5. Classifier les Projets d'Innovation de Biens d'équipement	95
2.5.1. Proposition d'un premier modèle de classification de projets d'innovation de biens d'équipement.....	95
2.5.2. Proposition d'un deuxième modèle de classification de projets d'innovation de biens d'équipement.....	98
3. Le pas à pas de l'application du modèle pour la classification des projets d'innovation de biens d'équipement	104
4. Réponses Théoriques.....	106
CHAPITRE 5. APPLICATION DU MODELE DE CLASSIFICATION ET SEGMENTATION DES PROJETS	
D'INNOVATION DE BIENS D'EQUIPEMENT.....	107
1. L'expérimentation.....	107
1.1. Organisation de l'expérimentation et protocole	108
1.2. Constitution du panel expérimental	109
2. Description du contexte technique des projets.....	112
2.1. Projet I : Technologie des moteurs à grande vitesse (MGV)	112
2.1.1. Application du modèle de classification au Projet I	116
2.2. Projet II : Moteur à grande vitesse (MGV) pour gaz corrosif	117
2.2.1. Application du modèle de classification au Projet II	120
2.3. Projet III : Moteur supraconducteur (HTS).....	121
2.3.1. Application du modèle de classification au Projet III	123
2.4. Projet IV : Moteurs de 300kw à 3MW.....	124
2.4.1. Application du modèle de classification au Projet IV	125
2.5. Projet V : Projet V (confidentiel)	127
2.5.1. Application du modèle de classification au Projet V	127
2.6. Projet VI : Pump Jet POD.....	128

2.6.1. Application du modèle de classification au Projet VI	130
3. Utilisation du Modèle Proposé pour Classifier des Projets Réels	132
4. Les sujets incontournables et les bonnes pratiques pour le management des projets d'innovation de biens d'équipement	134
4.1. Les sujets incontournables.....	134
4.2. Les bonnes pratiques associées à chaque catégorie de projet d'innovation de biens d'équipement	136
4.2.1. Différenciation	138
4.2.2. Neutralisation	139
4.2.3. Optimisation	140
5. Réponses Industrielles	141
CHAPITRE 6. CONCLUSION GENERALE, DISCUSSIONS ET PERSPECTIVES.....	143
1. Conclusions et contributions.....	143
2. Discussion et Perspectives	146
3. Développements personnels.....	147
CHAPITRE 7. BIBLIOGRAPHIE	149
Table des Figures	158
Table des Tableaux.....	159
Table des Equations.....	160

Chapitre 1. Introduction générale et méthodologie de la recherche

1. INTRODUCTION GENERALE

La thèse que nous présentons ici s'inscrit dans le domaine d'étude du génie industriel. L'innovation, le thème central de notre recherche, est traitée comme étant un domaine de recherche au sein de cette discipline.

Dans le cadre du dispositif CIFRE (Conventions Industrielles de Formation par la Recherche), ces travaux sont le fruit de la coopération entre le doctorant, l'entreprise Converteam SAS et l'Equipe de Recherche sur les Processus Innovatifs (ERPI) de l'Ecole Nationale Supérieure en Génie des Systèmes Industriels (ENSGSI), partie de l'Institut National de Polytechnique de Lorraine (INPL).

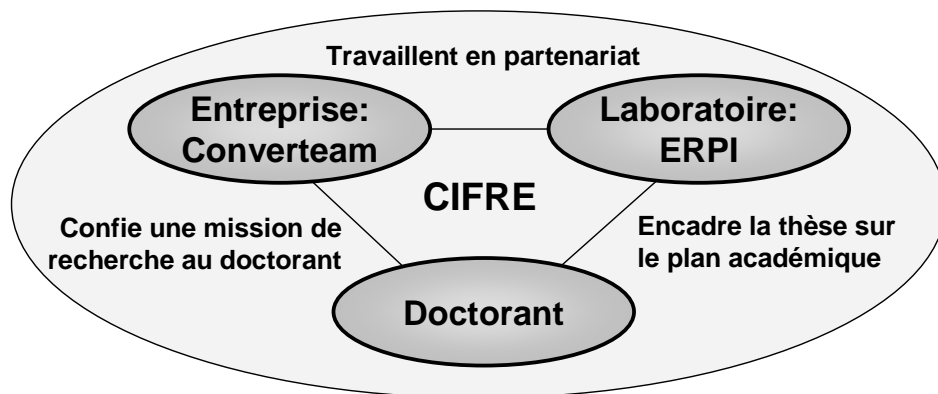


Figure 1. Dispositif CIFRE

L'association de ces trois acteurs, en plus de favoriser le développement de la recherche partenariale publique-privée, rend plus facile l'application des recherches théoriques en les transformant en recherche appliquée. La dimension contextuelle du terrain, principalement quand il s'agit d'un phénomène pas toujours prévisible comme l'innovation, est primordial dans les domaines de recherche comme le nôtre.

Ce document est le reflet, dans son organisation et dans son contenu, de la façon dont nous avons conduit notre recherche, c'est-à-dire en ayant une forte dépendance vis à vis du terrain. Cette dépendance est d'ailleurs accrue par l'objet même de la recherche, le management de l'innovation. Nous avons voulu construire la problématique avec les acteurs engagés sur le terrain eux-mêmes, observer et analyser, nous confronter aux théories disponibles, éventuellement les adapter, proposer aux acteurs une méthode, et participer ainsi à la construction des nouvelles connaissances à travers l'abstraction et la meilleure compréhension des phénomènes contextualisés dans les entreprises.

Notre objectif, dans ce Chapitre 1, est de premièrement préciser l'objet et les enjeux de notre recherche et de détailler le contour du terrain de recherche afin de présenter la nature des résultats obtenus. Comme nous pourrons le constater, la plupart des choix sont liés et forment un tout indissociable qui définit intrinsèquement la recherche. Ensuite nous allons présenter sommairement notre problématique et nos objectifs de recherche qui seront approfondis plus tard dans ce document. Nous concluons ce chapitre en précisant la méthodologie de recherche choisie dans la réalisation de ces travaux.

Nous allons maintenant expliquer la manière dont nous avons construit notre démarche générale de recherche et comment nous avons organisé ce document, ayant toujours comme but de chercher une cohérence entre le domaine de recherche et l'architecture de collaboration spécifique au dispositif CIFRE.

1.1. DEMARCHE GENERALE DE RECHERCHE

Il nous a paru très clair, depuis le début de ces travaux de recherche, qu'il fallait construire une approche qui permettait d'exploiter la richesse du terrain sans s'éloigner de la rigueur scientifique du monde académique. Pour ce faire, nous avons choisi de construire notre problématique de recherche à partir d'une problématique industrielle existante.

Normalement, dans le monde industriel, pour obtenir une solution à un problème, il est courant de partir d'une problématique industrielle et d'apporter directement des réponses réelles sans avoir recours aux connaissances déjà existantes. Ce phénomène s'explique notamment par la nécessité de réagir rapidement afin d'assurer une place sur des marchés de plus en plus compétitifs.

Pourtant, cela ne dépend pas seulement des actions des entreprises. Belotti (2002) a constaté qu'il existe aussi un manque de sensibilité de la part de la recherche académique aux problématiques industrielles. Néanmoins, la baisse d'attractivité des carrières scientifiques est une réalité, et finalement nous pouvons constater que c'est l'image sociale de la recherche et du chercheur, et plus largement de l'innovation, qu'il faut revaloriser en France. Les entreprises peuvent exercer une influence sur cette image en communiquant davantage en externe sur leur R&D ainsi qu'en en faisant mieux valoir leurs performances technologiques et d'innovation. Les impacts de telles initiatives sont difficiles à évaluer et ne sont pas, en tout cas, identifiables sur le court terme (Belotti, 2002). Pour autant, cette difficulté ne doit pas conduire à l'immobilisme en l'espèce, sauf à voir décroître la première des ressources rares de l'innovation : les talents et les passions qui les déploient.

Notre action de recherche est au cœur de cette problématique et vise à s'en servir d'avantage des points positifs de l'interaction académique/industrielle : le potentiel de valorisation des résultats, la notoriété accrue, le réseau qui est étendu, etc.

Ainsi, le principe de notre approche consiste de partir d'une **problématique industrielle**, de la « traduire » en **problématique de recherche** pour ensuite formuler des hypothèses et des propositions qui nous serviront de base pour trouver des **réponses**

théoriques. Ensuite, nous allons tester ces propositions théoriques sur des cas réels dans le but de les adapter et de les valider afin qu'elles deviennent des **réponses industrielles.**

Ci-dessous un schéma synthétisant l'interaction académique- industrielle :

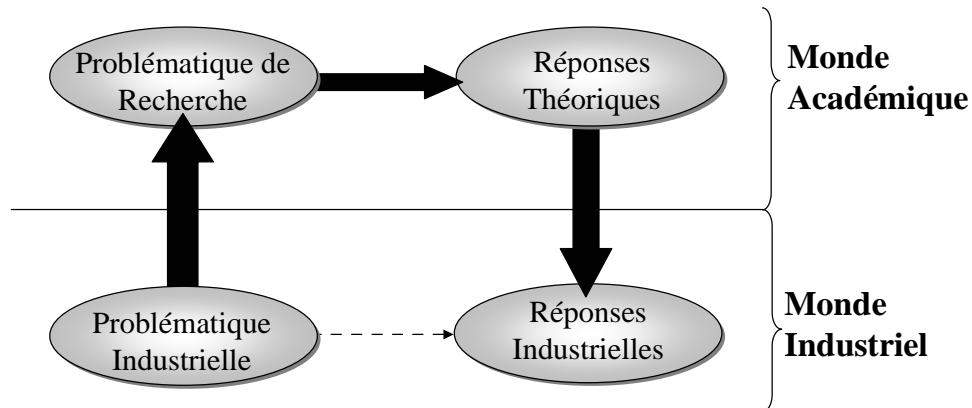


Figure 2. L'interaction académique-industrielle

L'approche formalisée dans la figure ci-dessus nous a guidé tout au long de nos travaux de recherche et nous la retrouvons notamment dans la façon dont nous avons choisi de présenter les résultats dans ce document. Nous allons maintenant décrire l'articulation des différents chapitres de cette thèse.

1.2. ORGANISATION DU DOCUMENT

Les prochains chapitres de notre document sont organisés en suivant le schéma de la figure 2.

Notre point de départ est donc la compréhension de la problématique industrielle. Cette problématique est explorée dans le Chapitre 2 qui vise à définir le contexte qui nous a amené à traiter cette problématique et à expliquer pourquoi le domaine des moteurs électriques est une application pertinente pour l'étude de projets d'innovation de biens d'équipement. A la fin de ce chapitre nous posons la problématique industrielle.

Suite à une revue de la littérature présentée dans le Chapitre 3, cette problématique industrielle sera « traduite » en problématique de recherche et sera affinée en questions précises auxquelles nous tenterons de répondre par la suite, à travers la recherche de réponses théoriques.

Dans le Chapitre 4 les observations qui émanent du terrain, vont nous amener à modéliser la dynamique d'origine des projets d'innovation de biens d'équipement et de proposer un modèle pour la classification de ces projets.

Notre objectif dans le Chapitre 5 est de valider la méthode de classification des projets d'innovation des biens d'équipement proposé dans le chapitre précédent. De plus, nous présentons les six cas d'étude qui ont constitué le terrain. L'analyse des données collectées sur

le terrain est aussi détaillée dans le Chapitre 5, ce qui nous permettra de démontrer les apports de notre proposition.

Nous allons donner maintenant un aperçu général de l'objet, de l'objectif et de la problématique de notre recherche.

1.3. OBJET ET ENJEUX DE LA RECHERCHE

L'objet de nos travaux de recherche est inséré dans le domaine du management de l'innovation. Le mot innovation renvoi pour nous à trois sens principaux : un résultat, un processus ou une démarche. Nous prenons en considération ce caractère polysémique du mot innovation quand on affirme que notre objet de recherche est inséré dans le domaine du management de l'innovation. Notre objet de recherche est donc d'étudier le management de l'innovation au sein des entreprises, plus particulièrement l'innovation dans les entreprises de biens d'équipement.

Même si le management de l'innovation à l'intérieur des entreprises n'est pas toujours une activité formalisée, les entreprises pérennes ont comme caractéristique commune l'importance attribuée à l'innovation, à l'exploitation des idées, et aux nouvelles découvertes (OECD, 2005). Cependant être la plus innovatrice n'est pas le but premier de ces organisations, en réalité l'innovation est utilisée comme moyen pour gagner un avantage compétitif par rapport à la concurrence. Nous savons que pour être efficace face à la concurrence, il faut stratégiquement se différencier des concurrents et l'innovation est un excellent moyen d'y parvenir. L'innovation n'est plus une activité ponctuelle, occasionnelle, mais elle est devenue une activité récurrente de l'entreprise.

Tandis qu'il est clair que l'innovation est importante pour les entreprises concernées par la croissance à long terme, il est aussi clair que même les grandes entreprises bien établies dans leur secteur d'activité ont des difficultés pour manager le processus d'innovation. Le chaos et l'incertitude qu'apporte l'élaboration et la commercialisation des nouvelles technologies dans des marchés qui peuvent ne pas encore exister exigent des compétences diverses et variées.

De ce fait, le management de l'innovation consiste, aujourd'hui, non seulement à conduire les projets d'innovation, mais aussi à définir les axes d'innovation de l'entreprise, à faire émerger les idées innovantes, à constituer les ressources technologiques et marketing qui les alimenteront, à effectuer les choix des projets à lancer et à superviser leur réalisation. Néanmoins, ces activités ne sont pas toujours formalisées et valorisées dans les entreprises et cela représente les vrais enjeux de notre recherche.

Notre objet de recherche, qui est d'étudier le management de l'innovation, porte sur un type spécifique d'activité productive : les biens d'équipement, ce qui représente notre champ de recherche.

1.4. CONTOURS DU CHAMP DE RECHERCHE

Fondamentalement l'innovation peut entraîner des modifications sur un processus, un produit, un service, etc. Dans cette étude, nous nous concentrons particulièrement sur les changements technologiques impactant les produits industriels, ou plus précisément les biens d'équipement, aussi appelés biens de production.

En économie, les biens d'équipement sont définis comme des biens qui sont eux-mêmes utilisés dans la production d'autres biens ; ils ne sont pas vendus directement aux consommateurs (Friedman, 2000). Ainsi, les biens d'équipement sont des produits qui ne sont pas destinés à la consommation immédiate, mais plutôt à être utilisés dans la production d'autres biens et services. En conséquence, les biens d'équipement sont parfois appelés biens de production, moyens de production ou encore « non commodity ». Dans notre recherche il est important de bien distinguer les biens d'équipement des biens de consommation, ces derniers étant des produits achetés directement par les consommateurs pour un usage personnel ou domestique (Samuelson et Nordhaus, 1998).

Notre champ de recherche porte donc sur les industries de biens d'équipement, qui couvrent les activités de production de biens durables. Les biens durables sont des produits utilisés pendant un certain nombre d'années et qui ne sont pas consommés ou détruits dans un usage unique (Parker, 2002). Ces industries sont, par exemple, les fabricants d'équipements mécaniques, d'équipements électriques et électroniques; les constructeurs navale, aéronautique ou ferroviaire. Notre terrain de recherche se trouve au sein d'un groupe qui fabrique du matériel électrique.

La figure suivante récapitule la spécification de notre champ de recherche :

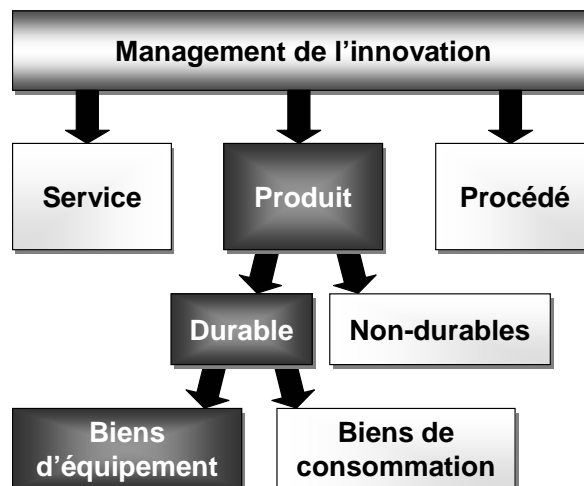


Figure 3. Spécification de notre champ de recherche

Les biens d'équipement peuvent avoir différents niveaux de complexité et ils impliquent souvent différents domaines technologiques. En effet, les produits complexes et technologiques sont généralement constitués d'un certain nombre de composants ou sous-systèmes. Selon la façon dont l'interface entre les différents composants est établie, les

produits peuvent être offerts sous forme de systèmes, ou comme un sous-système ou encore comme des composants. Dans le cas de Converteam, l'entreprise où cette recherche a eu lieu, le système est composé d'un convertisseur de fréquence associé à un moteur ou à un générateur, qui sont, à leur niveau, composé de plusieurs éléments, et qui peuvent être considérés comme des sous-systèmes dans le cas d'un plus grand système. Cela signifie que les produits de Converteam peuvent être classés comme étant des composants ou comme étant un système selon le référentiel utilisé par celui qui les classent.

Pratiquement toutes les inventions et innovations technologiques peuvent être considérées comme des systèmes. Autrement dit, ils sont un groupe de parties travaillant ensemble pour accomplir une tâche. C'est la raison pour laquelle, dans nos études, nous allons considérer les projets d'innovation produit comme l'insertion d'un changement dans un système et non pas seulement comme une nouveau composant.

Maintenant que nous avons posé le contour de notre champ de recherche nous allons donner une introduction à notre problématique générale.

1.5. INTRODUCTION A LA PROBLEMATIQUE

En business, avoir une direction stratégique est essentiel pour créer un avantage concurrentiel durable. Stratégie, un mot d'origine militaire, se réfère à un plan d'action visant à atteindre un objectif particulier. Cependant, dans le monde militaire, il y a une distinction entre stratégie et tactique. Tactique se réfère à la conduite d'un engagement, tandis que la stratégie provient de la façon dont différents engagements sont liés (Holmes, 2001). Ce raisonnement, appliqué à notre contexte de l'innovation, signifie d'une part que la réalisation de chaque projet d'innovation (gestion de projet) est une question de tactique, et que d'autre part, la gestion d'un portefeuille de projets d'innovation (investissements, délais, etc) est liée à ce que nous allons appeler la stratégie des projets d'innovation.

Ce principe a également été décrit par Cooper (2002), qui a déclaré qu'il y a deux façons pour une entreprise de réussir dans le domaine de nouveaux produits: « *doing projects right* and *doing the right project* » (réaliser les projets correctement et réaliser le bon projet). La première voie est la tactique alors que la deuxième est la stratégie; les deux étant fortement liés l'une à l'autre. Afin de coordonner la gestion du portefeuille de projets (stratégie) et la gestion de projets (tactique), il est nécessaire d'avoir une vision partagée des objectifs à atteindre.

Nous savons que sans un plan d'action, c'est à dire sans une vision de ce que nous poursuivons, il n'y a pas de stratégie. La formalisation est un moyen de visualiser la stratégie sous la forme d'un plan d'action. Cette matérialisation est un outil de communication et de partage de stratégies qui devient nécessaire dès que nous ne sommes pas seuls à travailler sur un projet d'innovation. Quand nous voulons associer des équipes multifonctionnelles, des partenaires industriels, des actionnaires, etc, il est obligatoire d'être en mesure de communiquer une stratégie aux interlocuteurs concernés. Cette action conforte les financiers

et permet aux partenaires industriels et commerciaux d'aller dans la même direction et ainsi de rendre les décisions prises plus cohérentes.

Toutefois, cette vision commune est très difficile à construire. A ce problème, le marketing et le management de l'innovation ont inspiré une littérature abondante et diversifiée. Néanmoins, ces travaux ne sont pas toujours exploitables dans la réalité : nous pouvons trouver une littérature très riche, mais difficile à appliquer restant très conceptuelle. D'autre part, une littérature beaucoup plus pauvre enseigne des bonnes recettes pour réussir ou pour ne pas commettre d'erreurs. Le marketing n'apporte pas non plus une solution satisfaisante parce qu'il a été initialement conçu pour gérer des produits déjà commercialisés (Milier, 2005). Il est, en effet, parfaitement applicable lorsque nous avons des produits à gérer et des marchés à analyser, mais il trouve rapidement ses limites lorsque le produit est encore trop mal défini ou lorsque le marché est trop émergent.

On peut considérer que la littérature donne certaines réponses concernant les biens de consommation, mais en ce qui concerne les produits industriels destinés à être vendus à d'autres entreprises ou organisations, la littérature est plus rare (Milier, 2005). De plus, la transposition de ces résultats au domaine industriel exige prudence. Tenant compte de cette insuffisance, nous nous appuyons aussi sur le domaine du marketing industriel dans le but de développer des moyens supplémentaires pour réussir le développement et le lancement de produits qui n'existent pas toujours, sur des marchés qui eux-mêmes ne sont pas toujours existants.

1.6. OBJECTIF DE LA RECHERCHE

De plus en plus, les sociétés impliquées dans l'innovation commencent à reconnaître que l'innovation n'est pas un événement occasionnel, mais un vrai processus qui exige une structuration organisationnelle et des outils spécifiques (Smith et al., 2008). De plus, Freeman et Soete (1997) affirment que le succès d'une action d'innovation dépend d'une combinaison d'avancées significatives sur la pensée scientifique, de programmes politiques adaptés, de réformes sociales et d'autres changements institutionnels, ainsi que de la taille et la direction du nouvel investissement.

Nous savons que le contexte des projets en général et spécifiquement celui des projets d'innovation, est caractérisé par une incertitude et/ou une complexité et aussi par des risques qu'y sont inhérents. Ainsi, pendant les phases préliminaires des projets, l'incertitude prend le pas sur la complexité. Avec l'augmentation des connaissances et la diminution progressive d'incertitudes sur les objectifs, les méthodes et les processus, le contexte devient moins douteux, mais reste risqué.

De plus, l'innovation des produits technologiques comme les biens d'équipement, implique généralement diverses fonctions à l'intérieur de la société, et pas seulement l'équipe R&D. C'est la raison pour laquelle les approches traditionnelles de planification et de contrôle d'exécution de projet ne sont plus suffisantes pour assurer le succès d'un projet d'innovation.

Pour explorer et créer de nouvelles opportunités, une diversité de compétences, de ressources, de connaissances et de stratégies de conception sont exigées (Boly, 2008).

De cette façon, les règles classiques de gestion de projet et d'organisation ne sont pas bien adaptées en ce qui concerne les projets d'innovation de technologies de pointe. C'est pourquoi nous pensons que les projets d'innovation doivent être insérés dans une approche organisationnelle et de pilotage plus globales, basés sur l'identification et la compréhension du processus projet. De plus, chaque projet d'innovation peut faire appel à de compétences et à de connaissances spécifiques qui ne sont pas toujours faciles à identifier. C'est à cette problématique d'identification des objectifs, des méthodes et des outils nécessaires à chaque projet d'innovation que nous allons nous intéresser.

Nous souhaitons aussi mieux comprendre l'importance d'avoir un processus formalisé de pilotage de l'innovation, sur le processus d'innovation lui-même. Notre objectif est donc la construction d'un modèle susceptible d'aider les acteurs du management de l'innovation de biens d'équipement à prendre les décisions les plus pertinentes et les plus efficaces possibles en ce qui concerne chaque projet d'innovation individuellement.

La problématique de recherche qui sous-tend cet objectif appartient clairement au champ du management de l'innovation. Notre contribution est basée sur une combinaison de plusieurs études scientifiques avec nos observations sur le terrain. Au cours de ce document, nous allons exposer les propositions majeures trouvées dans la littérature et ensuite expliquer comment nous les combinons avec nos observations terrain afin de créer un cadre pour le classement des projets d'innovation de biens d'équipement.

Notre première supposition est que l'absence d'une définition précise et d'une classification de projets d'innovation de biens d'équipement, est une source d'incompréhension lors de la communication des objectifs et des accomplissements impliquant différentes initiatives ou projets d'innovation. De plus, Parry et al. (2009) souligne que "une stratégie de NPD (« new product development ») formalisé aide à réduire le temps de développement car elle établit des critères à utiliser au moment de prioriser les projets et d'allouer les ressources, réduisant ainsi les conflits et le temps exigés pour la prise des décisions".

Nous croyons que l'identification des éléments permettant de classer les projets d'innovation de biens d'équipement dans des catégories différentes selon leurs objectifs permettrait une meilleure évaluation et un meilleur management des risques particuliers et inhérents à chaque catégorie.

En considérant ce contexte, nous cherchons à catégoriser les projets d'innovation juste avant le démarrage du développement. Cela devrait aider à clarifier les objectifs à atteindre avec de tels projets. Les méthodes et les outils à appliquer à une catégorie de projet d'innovation donnée devraient également être plus faciles à identifier.

De cette façon, la question centrale de notre recherche est :

Est-il possible de catégoriser les projets d'innovation de biens d'équipement de façon à concevoir un processus adapté à chaque catégorie et d'ainsi faciliter la gestion de portefeuille de projets?

Nous rappelons que notre problématique de recherche et conséquemment nos hypothèses de travail seront construites tout au long de ce document. Cette première partie a un caractère introductif à ce que sera exploré dans les chapitres à venir. Dans cette optique, nous allons maintenant traiter de notre méthodologie de travail.

2. METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE

Tout d'abord, nous allons présenter la méthodologie de recherche qui a été utilisée pour adresser notre question de recherche : nous présenterons notre posture épistémologique et justifierons notre choix méthodologique. Nous finirons ce chapitre en précisant la nature des données récoltées, les techniques de récolte et la manière dont nous les avons analysées.

2.1. POSTURE EPISTEMOLOGIQUE

Nous cherchons, dans ce paragraphe, à analyser quelle est la posture épistémologique la plus adaptée à adopter lorsqu'on entreprend des recherches dans le domaine particulier de l'innovation industrielle.

Nous avons commencé par constater que si une logique déductive définit un modèle théorique qu'elle soumet ensuite aux données tirées du terrain, la logique inductive construit une théorie à partir du vécu des acteurs. Dans cette dernière logique le chercheur observe et analyse des pratiques sans présupposer sur ce que doit ou devrait être une bonne pratique, c'est le cas de notre approche dans cette recherche.

Partant d'une logique inductive et de notre forte interaction avec le terrain de recherche, nous allons revenir brièvement sur le positionnement épistémologique de notre recherche. Il est d'usage de reconnaître trois grands positionnements paradigmatiques :

- Le positivisme, où l'objet de la connaissance est indépendant de l'observateur. Il s'agit, de manière générale, de découvrir des lois cachées, d'identifier des relations entre un fait particulier et un fait général en étudiant les relations de cause à effet (Perret et Séville, 2003).
- La tradition interprétative, où les connaissances produites sont des perceptions historiques et situées de la réalité. Dans ce courant de recherche, le chercheur est le plus souvent immergé dans le phénomène étudié, il doit user d'empathie pour comprendre les significations que les gens attachent à la réalité sociale, pour comprendre les motivations et intentions des acteurs (Giordano, 2003).

- Le constructivisme, où il s'agit de comprendre un phénomène en le concevant, « sujet » et « objet » co-construisent mutuellement un projet de recherche : l'interaction est alors mutuellement transformative » (Giordano, 2003). Cette approche partage avec la posture interprétative l'idée que les connaissances produites au cours d'une recherche sont subjectives et contextuelles.

D'un point de vue de l'épistémologie, cette thèse s'insère dans le troisième courant : l'objet de notre recherche, le processus d'innovation des biens d'équipement, est investigué en agissant avec les acteurs du terrain. Comme nous l'avons déjà dit, nous pensons aussi que la logique inductive est la plus appropriée pour étudier l'innovation, telle que nous l'avons définie.

Donnadieux et Karsky (2002) illustrent bien la démarche constructiviste lorsqu'ils affirment : « La connaissance se construit dans un processus continu d'interaction avec le monde empirique qui constitue un terrain d'expérimentations pour des représentations orientant des actions. »

A l'intérieur même de ce courant constructiviste, une pluralité d'approches méthodologiques existe. Dans la littérature nous avons pu trouver une sélection d'approches méthodologiques convenables pour la recherche en management et génie industriel comme la nôtre, par exemple la « grounded theory »¹ (Glaser et Strauss, 1967), la recherche action (Usunier et al., 1993), la recherche « ingénierique » (Chanal et al., 1997) et la recherche intervention (David, 2001). D'entre elles deux formalisations de démarches constructivistes ont retenu notre attention : la recherche intervention et la « grounded theory ». Finalement, le choix de notre méthodologie de recherche est basé sur ces deux paradigmes de recherche semblables à notre approche. Nous pouvons dire que la méthodologie appliquée à notre étude s'appuie sur les piliers suivants :

2.1.1. LA RECHERCHE INTERVENTION

En plus de l'observation et des interactions constantes avec le terrain de recherche, notre équipe a joué un rôle actif dans les processus d'organisation à travers la participation à certains projets. Cette méthodologie permet de comprendre les processus alors utilisés et les problèmes organisationnels d'un point de vue interne, ce qui permet d'adapter la manière avec laquelle le chercheur interagit avec le terrain et d'ajuster sa recherche en essayant de donner un sens aux observations terrain (David, 2001 ; Hatchuel, 2001).

L'ambition de ce type de recherche est de produire collectivement de nouvelles connaissances qui soient à la fois valables scientifiquement et actionnables (Argyris, 1993); les résultats de cette thèse doivent apporter à la communauté scientifique un cadre de

¹ L'appellation anglaise Grounded Theory a été conservée à cause de sa claire identification à la méthodologie élaborée et présentée par Barney et Strauss (1967). Les traductions françaises de l'appellation de cette méthodologie sont non seulement diverses, mais sont assez discutables et discutées (Guillemette, 2006). Afin d'éviter d'entrer dans cette discussion, nous suivons l'exemple des chercheurs francophones qui ont conservé l'appellation originale.

compréhension nouveau aux problématiques relevant le processus d'innovation des biens d'équipement et utiles aux praticiens pour atteindre leurs objectifs opérationnels.

Afin de concilier utilité pratique et utilité scientifique, notre intervention nous permet de réaliser des allers-retours entre notre terrain d'expérimentation et l'élaboration de modèles théoriques (Glaser et Strauss, 1967). La modélisation apparaît ici comme « la tâche essentielle du chercheur » (Allard- Poesi et Perret, 2003), elle va nous permettre de décrire une situation réelle en intégrant différentes connaissances théoriques sur l'innovation. La modélisation ne suffit cependant pas à qualifier notre démarche de recherche-intervention ; il ne suffit pas d'indiquer aux praticiens une direction à prendre mais aussi de les accompagner durant ce changement. Nous procéderons donc à une mise en oeuvre, une instrumentation du modèle que nous allons proposer.

2.1.2. LA « GROUNDED THEORY »

La démarche de la « grounded theory » est une démarche itérative et comparative (Orton, 1997), où le chercheur examine la littérature concernant son problème, « et utilise les données empiriques pour combler ses lacunes, pour indiquer ses failles, pour élaborer sa signification, et pour élargir son application » (Daneels, 2002).

La « grounded theory » est définie en opposition avec les approches hypothético-déductives dans lesquelles les chercheurs partent de postulats pour déduire des explications des phénomènes. Les données empiriques ne servent que « d'exemples » dans un processus d'application des théories existantes. Ainsi, au lieu de « forcer » des théories « sur » les données empiriques pour les interpréter, le chercheur s'ouvre à l'émergence d'éléments de théorisation ou de concepts qui sont suggérés par les données de terrain et ce, tout au long de la démarche analytique. La méthode de la « grounded theory » est flexible, elle permet d'apporter simultanément de nouvelles explications et de nouvelles perspectives.

Nous choisissons donc d'appliquer une méthode de recherche intervention couplée avec la « grounded theory ». Nous allons maintenant présenter notre approche méthodologique qui est basé sur des études de cas.

2.2. APPROCHE METHODOLOGIQUE

2.2.1. UNE RECHERCHE BASEE SUR DES ETUDES DE CAS

La recherche du type étude de cas (Yin, 1994) implique l'analyse d'un phénomène dans son environnement naturel. Elle est particulièrement appropriée à la recherche dans des domaines peu exploités, où l'intention est de comprendre « comment » ou « pourquoi » un ensemble d'événements se produit. L'objectif est d'acquérir des connaissances permettant d'établir une théorie plutôt que de tester des hypothèses (Eisenhardt et Kathleen, 1989), couplée par une abstraction et un effort de modélisation théorique.

Wacheux (1996) définit la méthode des cas comme « l'analyse spatiale et temporelle d'un phénomène complexe par les conditions, les événements, les acteurs et les implications ». Trois raisons majeures nous ont poussées à utiliser la méthode des cas comme une stratégie de recherche à part entière : le fait de pouvoir étudier qualitativement un phénomène complexe, la possibilité de générer un modèle théorique à partir de données qualitatives et la possibilité d'étudier un processus de changement de manière longitudinale.

Pour nos observations terrain, quelques projets d'innovations ont été identifiés au sein de l'entreprise où se déroule cette thèse. Ils ont été sélectionnés pour servir de base à notre analyse. L'étude des cas multiples est généralement considérée comme plus fiable que les études de cas simples, car les comparaisons entre les différents cas apportent une plus grande fiabilité dans le développement des connaissances, et dans la considération de leur dépendance avec le contexte (Yin, 2003).

Ainsi, la méthode des cas permet d'étudier un grand nombre de variables en interaction sur lesquelles le chercheur n'a pas de véritable contrôle. L'étude de cas permet en ce sens de bénéficier de ce que Girin (1989) appelle un « opportunisme méthodique » ; comme l'on peut difficilement contrôler les événements du processus d'innovation, il s'agit d'un certain côté de profiter « intelligemment des possibilités d'observation qu'offrent les circonstances ». L'étude de cas nous a donc permis une certaine souplesse dans notre mode de recherche, de pouvoir nous « adapter aux particularités et aux opportunités du terrain » (Giroux, 2003).

En conclusion, la recherche de type « étude de cas » est la plus appropriée à une recherche sur des processus et les liens entre eux. De plus, parce que les innovations sont des phénomènes relativement imprévisibles, il serait extrêmement difficile de mener une recherche basée sur des questionnaires distribués en large échelle et d'en tirer des résultats valides. Notre perspective épistémologique nous guide également vers la recherche basée sur une étude de cas: nous ambitionnons d'avoir une profonde connaissance du phénomène étudié plutôt que de formuler des rapports normatifs statistiquement généralisables (Yin, 2003).

2.2.2. UNE RECHERCHE INTERVENTION COUPLE AVEC LA « GROUNDED THEORY », A BASE D'ETUDES DE CAS.

La combinaison des différentes méthodologies nous paraît appropriée vu que nous étudions un phénomène complexe qui est fortement inséré dans un contexte. Cette combinaison offre des riches descriptions des contextes et des aspects de formation et d'exécution des projets d'innovation. D'ailleurs, ce domaine de recherche implique le développement de la théorie à partir d'une combinaison des théories existantes et d'observations terrain. L'on trouve dans la littérature, qu'une méthodologie qualitative est appropriée dans ces conditions (Yin, 2003).

Il sort de cette réflexion que l'étude longitudinale des projets spécifiques sur des entreprises innovantes comme Converteam SAS nous offre beaucoup plus de matière, de concepts et de connaissance sur les processus de l'innovation que les études comparatives traditionnelles sur l'innovation venant de différentes entreprises (Leonard-Barton, 1995; VanDeVen et al., 1999).

Nous choisissons, pour notre recherche en management de l'innovation, une méthode de recherche intervention couplé avec la « grounded theory », à base d'études de cas.

La figure suivante illustre notre approche méthodologique :

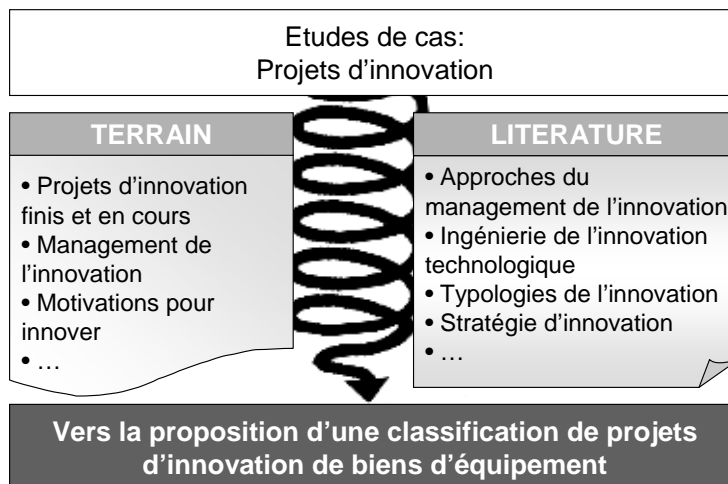


Figure 4. Approche méthodologique

Comme nous pouvons voir sur la figure précédente, nous sollicitons, tout au long de notre recherche, l'état des connaissances existantes dans la littérature. D'abord pour formuler la problématique industrielle et de recherche (Chapitres 2 et 3), ensuite pour aider à l'interprétation des études de cas et enfin pour permettre la conceptualisation et la modélisation.

Quant au terrain, il est également présent en permanence, sachant que le dispositif CIFRE rend possible ce véritable partenariat avec l'industriel en ce que concerne l'accès à des informations stratégiques et confidentielles, comme c'est souvent le cas dans les sujets relatifs à l'innovation.

Nous pouvons affirmer que la démarche de recherche intervention couplé avec la « grounded theory », à base d'études de cas que nous avons choisie, comporte deux éléments essentiels :

- une démarche inductive qui se traduit notamment par le fait que la problématique ne peut être définie qu'après une première observation des pratiques ;
- un aller et retour entre les études de cas et la littérature, pour aboutir à un modèle, qu'il ne sera possible de valider qu'indirectement, par le biais des méthodes et outils qui en seront issus, lorsque ceux-ci auront montré leur efficacité entre les mains des managers pour lesquels ils ont été construits.

En conclusion, une combinaison d'induction et analyse est utilisée dans notre recherche. Plutôt que d'imposer la théorie sur les données, nous laissons les interprétations et la théorie elle-même émerger des données (Strauss et al., 1999). Mais d'abord, l'interaction entre les données et la théorie nous force à aller au-delà des impressions initiales.

Simultanément, la théorie, le concept ou le rapport émergeant des observations sont comparés aux résultats existants dans la littérature, pour nous inciter à vérifier une deuxième fois des résultats apparemment contradictoires ou pour améliorer la crédibilité et la transférabilité quand notre théorie est confirmée dans le travail d'autres chercheurs (Eisenhardt et Kathleen, 1989).

3. COLLECTE DES DONNEES EMPIRIQUES

Comme nous l'avons déjà précisé, notre recherche a consisté à effectuer des allers et retours entre notre terrain d'expérimentation et les connaissances théoriques. Les connaissances théoriques que nous avons commencées à acquérir dès le début de notre recherche nous ont permis de donner du sens à nos observations. En retour, notre terrain a permis de détecter les limites ou les ajustements théoriques à opérer pour rendre compte des phénomènes observés. Bien que nous nous soyons efforcés dans cette thèse de présenter un raisonnement clair, le cheminement effectif de notre recherche est lui beaucoup plus difficile à suivre et a alterné entre différents niveaux théoriques (David, 2000).

Notre démarche n'a pas été menée de manière strictement linéaire mais plutôt sur deux fronts. Notre démarche de thèse a débuté par une confrontation progressive entre les faits observés sur le terrain et la littérature sur le management du processus en innovation. Il s'agissait notamment de se repérer par rapport aux nombreuses typologies proposées dans la littérature et de formuler notre problématique de recherche. En parallèle nous avons amélioré notre compréhension de la technologie des moteurs électriques et plus précisément sur les innovations apportées par les projets sélectionnés. Cette première étape a donc été en grande partie dédiée à un processus de récolte de données sur le pilotage des projets d'innovation, sur une revue de la littérature et sur l'étude des projets sélectionnés en tant qu'étude de cas.

3.1. ELABORATION D'UNE GRILLE D'OBSERVATION

La finalité de notre recherche étant de mieux comprendre comment fonctionne le processus d'innovation des biens d'équipement, nous avons recueilli différentes données à partir d'une grille d'observation (cf. Tableau 1).

Les projets

Date début et fin prévu.

Date prévue pour la mise au marché.

Statut en cours, fini ou abandonné.

Budget alloué.

- Nature de l'investissement
- Entreprises extérieures impliquées ou pas.
- Collaboration avec d'autres unités du groupe ou pas.
- Positionnement sur le marché.
- Technologies impliquées (déjà maîtrisées par l'entreprise ou pas)

Caractéristiques liées au management du projet:

- En ligne avec le planning initial ?
- Composition de l'équipe projet (inter fonctionnel versus purement technique)
- Formalisation et contrôle du progrès du projet
- Leadership/ style de management
- Pouvoir décisionnel de l'équipe projet
- Communication à propos du projet (visibilité)
- Clarté des objectifs à atteindre

Description technique.

Tableau 1. Grille d'observation

Au départ de notre recherche, nous n'avions pas a priori d'hypothèses sur lesquelles porter exclusivement notre attention, nous ne savions pas exactement ce qu'il fallait observer, quels étaient les facteurs agissants sur le processus. Toutefois, nous avons focalisé notre champ d'observation sur les situations à partir desquelles les projets d'innovation se différenciaient entre eux et aussi de collecter des informations sur le processus. Nous avons alors défini deux niveaux principaux de collecte pour saisir les principales caractéristiques des projets d'innovation des biens d'équipement : les données inhérentes au projet lui-même et les données liées au management du projet. Au niveau du management du projet, nous souhaitons observer les différents échanges que l'équipe pouvait entretenir en vue de déceler des différences par rapport à une éventuelle typologie de projet, nous souhaitons comprendre les stratégies mises en place et propres à chaque projet, les motivations qui avaient mené à la création du projet. A un niveau plus précis, celui des projets, nous souhaitons saisir les objectifs des projets, connaître les ressources et compétences qu'il était nécessaire d'avoir pour conduire le projet à sa fin, savoir ce sur quoi les équipes travaillaient exactement, connaître l'implication des fonctions au cours de l'avancement du projet. Le processus de collecte étant en forte interaction avec l'analyse de ces données, nous avons aussi identifié un niveau principal d'analyse. Les données récoltées devaient permettre de comprendre le processus d'innovation des biens d'équipement et les principales difficultés liées au pilotage de tels projets.

Pour autant, ce niveau d'analyse n'interdisait pas de récolter des informations concernant directement les acteurs mais ces informations étaient replacées au niveau de l'organisation : il ne s'agissait pas, par exemple, de récolter et d'analyser les motivations individuelles des participants ou leurs relations interpersonnelles.

3.2. LES DONNEES RECOLTEES ET LES MODES DE COLLECTE

Une grande partie des données récoltées a été rendue possible par notre présence directe sur le terrain. En tant que chercheur au sein de Converteam SAS, nous avons participé activement aux différents projets d'innovation menés par le département R&D et ainsi nous avons pu avoir un accès facile aux données.

Durant notre recherche, nous avons pu collecter des données variées à partir de trois outils de collectes principaux : des données issues de notre observation-participante, des données documentaires ainsi que des questionnaires et des entretiens exploratoires avec différents acteurs. Ce mode de recueil « multiangulé » (Hlady Rispal, 2002) est aujourd'hui vivement conseillé dans les approches qualitatives car il permet d'augmenter la validité interne de la recherche.

Les modalités de collecte des informations incluent des entrevues détaillées, l'analyse de documentations concernant les projets et la participation aux réunions d'avancement du projet. Nos principales démarches sont décrites ci-dessous:

3.2.1. RECOLTE DES DONNEES ISSUES DU CADRE D'OBSERVATION-PARTICIPANTE

Tout au long de nos travaux de recherche, nous avons pu participer aux réunions hebdomadaires du « comité R&D », ce que nous a permis d'accompagner l'avancement des divers projets d'innovation utilisés comme étude de cas. Pour certains projets d'innovation, nous avons été chargés d'apporter des informations notamment au niveau du marché et aussi de réaliser une exploration de l'environnement compétitif autour de certaines technologies. Ainsi, nous avons pu bénéficier d'une transparence forte sur les projets en cours et nous avons pu également vivre la formation et l'évolution des projets au cours des années. Nous donnerons de plus amples détails sur les projets d'innovation au Chapitre 5 de cette thèse.

3.2.2. RECOLTE DES DONNEES ECRITES

Un second type de données auquel nous avons eu accès sont les sources documentaires. Les documents sont souvent interprétés en fonction du but dans lequel ils ont été créés (Yin, 2003), pour cette raison nous avons apporté une vision impartiale par rapport au contenu des documents. Les documents pertinents incluent les plans d'action intermédiaires, des présentations d'avancement des projets d'innovation étudiés et des informations diffusées à propos des projets.

Nous avons pu collecter des données recueillies par le chercheur directement sur le terrain auprès des acteurs. Nous avons utilisé, comme source de documents écrits, les dossiers informatiques de stockage de données relatifs aux projets de R&D. Dans celui-ci, nous avons pu avoir accès aux documents publiés par les différents porteurs de projets (rapport d'innovation, étude marketing, veille technologique, étude de faisabilité, rapport de stage...) ainsi que des documents relatifs à la stratégie au niveau groupe (réunions d'équipes, bilans annuels des activités du partenariat...).

3.2.3. RECOLTE DES DONNEES ORALES ISSUES D'ENTREVUES

Enfin, une troisième source est issue d'entretiens réalisés avec les praticiens. Pour préparer ces entretiens, nous avons réalisé un questionnaire que nous avons soumis aux membres opérationnels qui avaient été fortement impliqués dans différents projets de R&D (ce questionnaire sera présenté dans le chapitre 5). Ce questionnaire visait globalement à comprendre comment les acteurs avaient vécu le développement et le pilotage des projets innovants; le but était aussi de récolter des informations sur les différentes visions qu'avaient les personnes à propos des objectifs à atteindre avec le projet.

Nous nous sommes entretenus avec quelques membres des équipes projet, et nous avons utilisé le questionnaire comme guide. Dans les entretiens avec les équipes et les responsables du projet, nous visons typiquement à comprendre le contexte stratégique d'un projet d'innovation. Notre questionnaire a assuré la comparabilité à travers des interviews et, quand c'est le but, à travers des cas. Ce sont des entretiens semi-directifs centrés (Romelaer, 2005), où les acteurs ont rétrospectivement raconté la manière dont ils avaient participé à leurs projets. Ces entretiens ont été systématiquement enregistrés et ont permis de recueillir des informations riches et contextuelles sur la vision stratégique et des objectifs à atteindre avec les projets.

3.3. LE TRAITEMENT DES DONNEES EMPIRIQUES

Pour passer du stade de la récolte des données à l'élaboration du modèle théorique permettant de construire un modèle applicable au processus d'innovation des biens d'équipement, nous rapprochons notre démarche d'analyse à la notion de «codage thématique» proposé par Huberman et Miles (2003). Selon eux, « les codes thématiques sont des codes [...] qui identifient un thème, un modèle ou une explication qui émergent et sont suggérés à l'analyste par le site ». Au fur et à mesure de notre récolte de données, nous avons pu nous rendre compte de l'existence de certaines similitudes et différences concernant les projets d'innovation des biens d'équipement. Nous avons donc procédé à un processus de théorisation à partir de similitudes et différences observées entre les projets.

Nous entendons par similitudes et différences des événements récurrents ou des circonstances particulières qui nous ont permis de comprendre pourquoi et comment les projets d'innovation émergent et comment ils évoluent au fur et à mesure du développement. Ces similitudes observées sont décrites dans le chapitre 4.

Chapitre 2. L'évolution et la dynamique d'innovation de la technologie de moteurs électriques

Dans la partie précédente, nous avons présenté notre démarche générale de recherche et nous avons justifié l'articulation des différents chapitres de cette thèse (cf. figure 2). Nous avons aussi justifié le choix de notre point de départ qui est la compréhension de la problématique industrielle. Dans cette seconde partie, l'objectif est de définir le contexte qui nous a amené à traiter cette problématique et en démontrer la pertinence du domaine des moteurs électriques pour l'étude de projets d'innovation de biens d'équipement.

Nous décrirons tout d'abord la technologie des moteurs électriques et l'historique du processus d'innovation de cette technologie. Nous jugeons que connaître l'évolution des différentes options technologiques de motorisation dans une perspective historique est primordial pour bien comprendre la problématique actuelle.

Ensuite, nous nous approfondirons sur l'analyse des spécificités de la dynamique d'innovation dans la technologie des moteurs.

Dans un troisième temps, nous décrirons l'historique et les activités de l'entreprise où cette recherche a eu lieu dans le but de positionner la problématique industrielle qui y est contextualisée. Nous verrons que l'innovation dans le domaine d'activité de biens d'équipement pose des questions spécifiques qui composent la problématique industrielle décrite à la fin de ce chapitre.

1. LA TECHNOLOGIE DES MOTEURS ELECTRIQUES

1.1. DEFINITION DE TECHNOLOGIE ET LES MOTEURS ELECTRIQUES

L'analyse du processus d'innovation de la technologie des moteurs électriques requiert des précisions initiales concernant un concept clef : celui de technologie. D'innombrables auteurs ont conceptualisé la technologie. Les économistes ont traditionnellement défini la technologie comme la forme de combinaison des ressources productives. Cette définition, trop générale, n'est pas suffisante pour donner une idée précise de la technologie comme celles des moteurs électriques. Metcalf et Reeves (1991) ont défini la technologie comme l'ensemble des connaissances et des objets techniques nécessaires à la transformation des matériaux, de l'énergie et de l'information en produit finaux, dans le but de remplir un besoin spécifique. Ait-El-Hadj (2002) définit la technologie comme étant d'une part, l'ensemble des savoirs et des modes de connaissance concernant la technique, ou un domaine spécifique de celle-ci ; et d'autre part, la construction des « lois » concernant l'ensemble de l'activité technique. Ces approches nous semblent plus applicables à notre objet d'analyse.

Dans cette thèse, notre but n'est pas de détailler le fonctionnement de la technologie des moteurs électriques mais nous trouvons important de préciser très brièvement ses principes car nos études de cas (détaillés dans le chapitre 5) seront des projets d'innovation portés sur cette technologie.

Pour faire simple nous pouvons considérer que la technologie des moteurs électriques consiste à transformer l'énergie électrique en énergie mécanique, visant l'entraînement des machines. Cette technologie regroupe du matériel constitué de parties fixes, que l'on appelle stator, et de parties mobiles, toujours en rotation, dont l'ensemble forme un rotor. Les moteurs possèdent un ensemble d'accessoires, reliés dans une boîte à bornes, qui leur permet de fonctionner correctement ou d'être protégés et contrôlés à distance. Les moteurs peuvent aussi être appelés « machines électriques tournantes », de la même façon que les générateurs qui transforment l'énergie mécanique en l'énergie électrique. La figure ci-après montre un exemple d'un moteur asynchrone et ses différents composants :

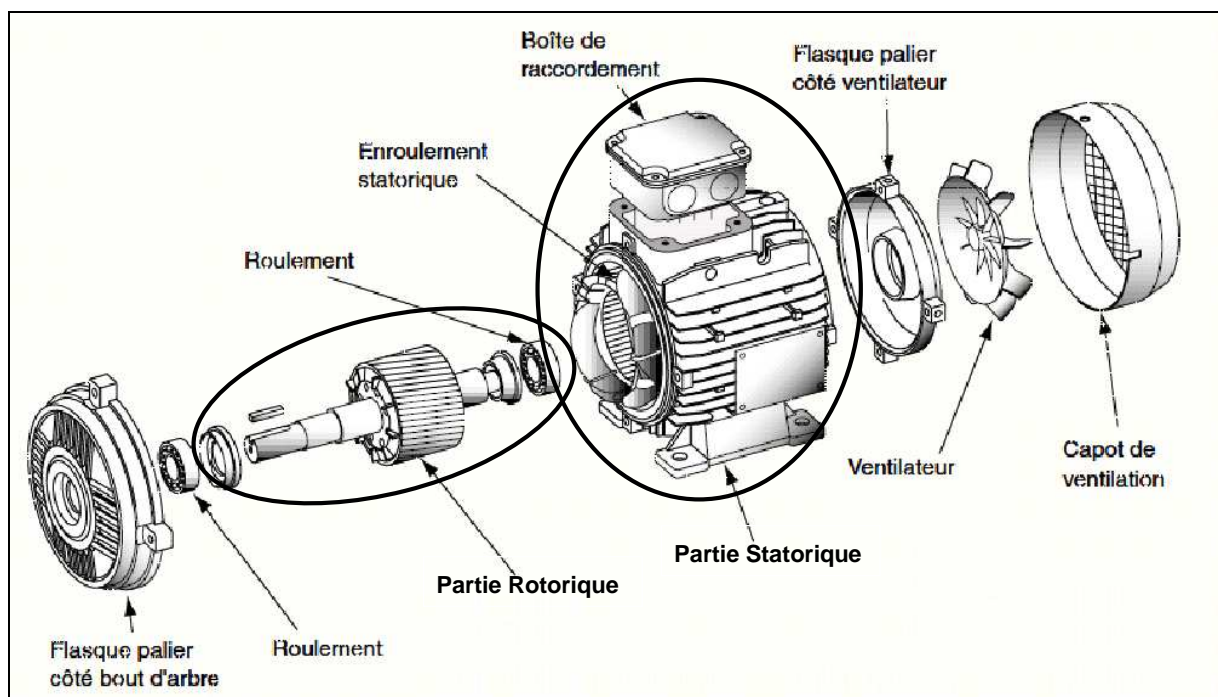


Figure 5. Eclaté d'un moteur à rotor à cage

Nous allons maintenant décrire l'évolution historique des différentes options technologiques de motorisation dans le but d'éclairer la problématique actuelle.

1.2. L'HISTORIQUE DU PROCESSUS D'INNOVATION DES MOTEURS ELECTRIQUES

Cette thèse n'est pas centrée sur l'histoire de l'innovation, cependant la mise en évidence des facteurs économiques et technologiques qui ont historiquement guidé le processus d'innovation dans la technologie des moteurs nous semble très importante pour comprendre la dynamique actuelle.

Au début des années 1830, l'essentiel de la technique des moteurs électriques a vu le jour, elle était composée essentiellement par le rotor, le stator et le commutateur. Cependant, la concrétisation des moteurs électriques et leur introduction sur le marché se sont produites beaucoup plus tard, dans les années 1870 (cf. figure 6). Les moteurs électriques en tant qu'objets techniques ont été inventés dans les années 1830, mais la technologie des moteurs électriques n'entrera dans sa phase pré paradigmatique qu'aux cours des années 1870 (Almeida, 1999).

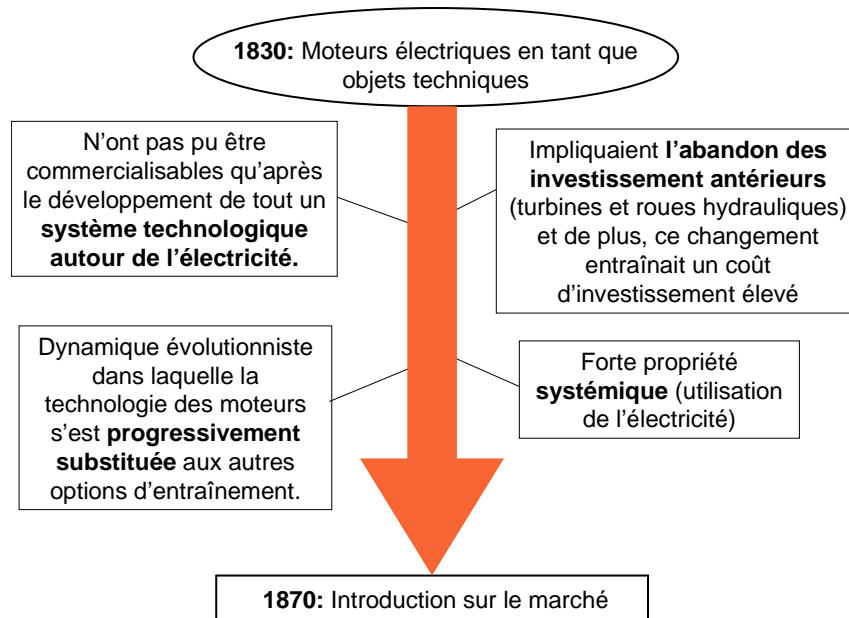


Figure 6. Facteurs économiques et technologiques qui ont guidé le processus d'innovation

Cet écart entre l'invention et l'introduction sur le marché a été principalement lié à un retard de la recherche scientifique par rapport aux recherches concernant la construction des moteurs (Felici, 1991). Les moteurs électriques commercialisables n'ont pu être fabriqués qu'après le développement de tout un système technologique, pour la production, le transport, la distribution et l'utilisation de l'électricité.

De son côté, la constitution d'une industrie électrique et la diffusion de l'électricité ont été possibles grâce au développement d'une grappe d'innovations dans la production, la distribution, la transmission et l'utilisation de l'électricité. Ces innovations ont souvent été développées de façon interactive et complémentaire, car à la base de ces innovations il y avait l'exploitation d'un même phénomène physique (le courant électrique) et des composants technologiques interdépendants. Ces caractéristiques donnent une forte propriété systémique aux technologies de production, de distribution, de transport et d'utilisation de l'électricité et conséquemment une dépendance de la part des moteurs électriques.

Selon Almeida (1999) le processus d'innovation des moteurs électriques est passé par trois phases distinctes. Dans la première phase, qui couvre essentiellement la fin du 19^{ème} siècle, plusieurs directions de recherche ont été essayées au sein du processus de concurrence technologique initial. Cette période a été marquée par un processus de différenciation important, caractéristique du début du cycle de vie d'une technologie (Abernathy et

Utterback, 1978). Dans une deuxième phase, qui couvre la première moitié du 20^{ème} siècle, un processus plus important de standardisation de la technologie des moteurs électriques s'est produit. Cependant, pendant une troisième phase cette tendance à la standardisation et réduction de la variété de la technologie des moteurs a été inversée dans la deuxième moitié du 20^{ème} siècle, notamment depuis les années soixante-dix, après la crise du pétrole. Pendant cette période, les principaux constructeurs de moteurs ont mis en œuvre un effort d'innovation important pour développer des versions améliorées des moteurs classiques. Ces améliorations ont été dues à des innovations incrémentales sur le design et l'utilisation des matières premières de meilleure qualité. Nous pouvons donner comme exemple les aimants permanents, le développement de l'électronique de puissance et de la micro électronique.

Pour mettre en évidence ces améliorations incrémentales, nous présentons le graphique suivant qui montre l'évolution de la densité de puissance des moteurs au cours des années.

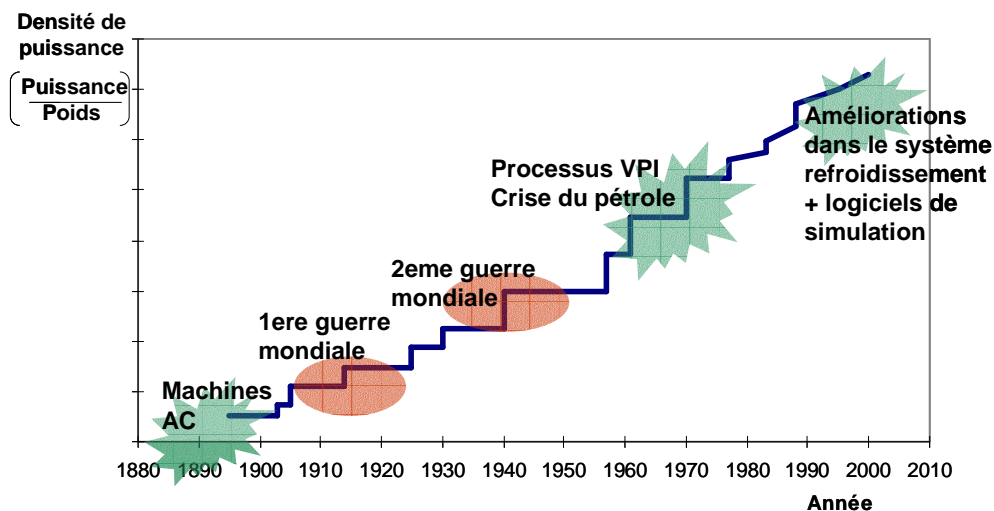


Figure 7. L'évolution de la densité de puissance dans les moteurs électriques (Source : Converteam SAS)

Toutes ces transformations dans les structures industrielles et dans les structures du marché sont très pertinentes pour comprendre la direction probable que les innovations peuvent prendre dans les années à venir. Pendant la phase d'adoption de la technologie, les ingénieurs sont les mieux placés pour estimer quelle direction l'innovation va probablement prendre. Les trajectoires technologiques de produits individuels et de systèmes entiers indiquent une logique d'amélioration qui est une partie essentielle du paradigme et sert à guider le progrès dans chaque secteur. Mais avec la diffusion de la technologie vient un changement fondamental d'orientation. Plutôt que d'évaluer le potentiel des technologies, l'orientation change vers les opportunités définies par les marchés et par les possibilités de croissance. Ainsi, dans l'innovation technique et dans l'innovation « business » aussi, le comportement de prise de décisions se déplace d'une attitude « supply push » vers la « demand pull » (Perez, 2010).

Actuellement, les moteurs électriques sont considérés comme une technologie mure du point de vue de leur évolution technologique, dont les performances de services techniques n'ont pas radicalement changé dans l'histoire récente. Par contre, comme nous avons expliqué précédemment, la genèse de la technologie des moteurs électriques n'a pas été le résultat d'un seul acte de synthèse technologique. Au contraire, la phase de développement technologique entre l'invention des moteurs et leur introduction sur le marché industriel a duré plus de cinquante ans.

L'un des freins majeurs à l'introduction commerciale des moteurs électriques a été le fait que ce changement impliquait l'abandon des investissements antérieurs et de plus, ce changement impliquait un coût d'investissement élevé (Devine, 1983). La diffusion des moteurs électriques a aussi été le résultat d'une dynamique évolutionniste dans laquelle la technologie des moteurs s'est progressivement substituée aux autres options d'entraînement. Cette substitution a commencé dans des niches de marché, à la frontière du paradigme technologique de motorisation représentée par les machines à vapeur et dans une moindre mesure par les roues hydrauliques. Ainsi, au fur et à mesure de leur diffusion dans ces niches, les moteurs électriques ont bénéficié de rendements croissants d'adoption qui ont changé la compétitivité des moteurs par rapport aux machines à vapeur (Almeida, 1999). De plus, ils ont apporté des innovations technologiques importantes sur le service technologique qui ne pouvait pas être accompli par les technologies traditionnelles d'entraînement. C'est-à-dire que dans ces niches de marché, les machines à vapeur se trouvaient en situation de rendements décroissants d'adoption (Willinger et Zuscovitch, 1993), dû à leurs limites structurelles pour répondre à certains besoins technologiques (Manoury, 1968 ; Gille, 1978).

Cependant, au cours du 19^{ème} siècle les machines à vapeur et les roues hydrauliques pouvaient être considérées comme le paradigme technologique sur le marché de l'entraînement industriel. Les machines à vapeur relevaient d'une technologie mûre dont le développement datait déjà de la première révolution industrielle (Almeida, 1999). La substitution de ces deux types d'entraînement par des moteurs électriques représentait un marché géant pour les moteurs électriques.

Il a fallu de l'expérience pour que les industriels s'aperçoivent des bénéfices indirects des moteurs électriques, c'est-à-dire, la flexibilité de l'organisation du procédé de production, l'amélioration du milieu de travail, l'adaptation de la motorisation au régime de fonctionnement de la machine, la facilité de l'expansion de la capacité de production. Tous ces avantages ont contribué à l'augmentation de la productivité industrielle, mais les turbines n'ont pas complètement disparus et sont encore utilisées dans certaines applications spécifiques.

Aujourd'hui le marché de solutions pour l'entraînement des machines reste mur du point de vue de son évolution et certains marchés restent très conservateurs du point de vue de l'acceptabilité des solutions innovantes. Depuis la création des moteurs électriques les principales innovations ont été incrémentales et ont été entraînées par la recherche de la réduction du coût de production des moteurs. Pour qu'une innovation soit radicale il faut qu'elle suscite des changements suffisamment importants pour qu'on puisse parler de la

création d'une nouvelle technologie, c'est-à-dire d'un nouveau processus de transformation. Le développement du moteur électrique, par exemple, a été une innovation radicale. On a développé une nouvelle forme d'entraînement à partir d'une nouvelle forme de connaissance (l'électromagnétisme). Cela a permis la construction d'un moteur avec une structure interne radicalement distincte de celle des machines à vapeur.

Nous pouvons conclure que les projets d'innovation actuels portés sur les moteurs électriques ne pourront pas être considérés comme des innovations radicales, car les changements ne sont pas considérablement importants au point de créer une nouvelle technologie. Cette conclusion nous permet de situer ce qui peut être considéré comme une innovation dans le domaine de moteurs électriques.

Même si les innovations dans le domaine de moteurs électriques restent essentiellement des innovations incrémentales, nous pouvons parler d'une segmentation de la technologie des moteurs électriques en fonction de sa complexité. Cette segmentation est importante pour comprendre le positionnement de notre problématique recherche.

Dans la section suivante nous allons nous intéresser au positionnement des constructeurs de machines tournantes par rapport à la complexité technologique.

1.3. LA SEGMENTATION DE LA TECHNOLOGIE DES MOTEURS ELECTRIQUES PAR LA COMPLEXITE : LES GENERALISTES ET LES NICHES

Nous avons montré que la diffusion de la technologie des moteurs électriques s'est premièrement passée sur des marchés considérés comme des marchés niches. En effet, l'évolution de la technologie des moteurs électriques a depuis toujours amené les constructeurs de ces machines à se positionner par rapport au marché.

Le marché et l'industrie des moteurs sont caractérisés par une grande complexité liée à la variété technologique et, par conséquent, à la diversité des acteurs de cette industrie. Nous pouvons parler des constructeurs « généralistes » et des constructeurs « niche », selon leur stratégie. Les constructeurs « généralistes » sont ceux dont le pouvoir de marché réside dans leur capacité à exploiter des économies d'échelle et de variété dans les différentes phases de production et commercialisation des moteurs électriques. Les constructeurs « niche », par contre, sont ceux dont le pouvoir de marché est lié à une capacité de différenciation technologique à travers une spécialisation dans des niches de marché.

La recherche menée par Almeida (1999) a révélé une transformation importante de la concurrence dans l'industrie des moteurs au cours des dernières années du 20^{ème} siècle. Cette transformation a entraîné des changements majeurs dans la stratégie de spécialisation des principaux constructeurs de cette industrie. En effet, avant ces changements, la plupart des constructeurs généralistes concentraient leurs activités sur la production de moteurs classiques dont la standardisation permettait l'exploration des économies d'échelle. Les firmes niches étaient spécialisées sur des segments de marché assurant une marge pour la différenciation technologique liée au besoin de rapport personnalisé avec les clients et au rythme accéléré du

changement technologique. Dans cette phase du processus de concurrence les firmes niches étaient les principaux producteurs d'options technologiques alternatives de motorisation.

Cependant, des changements importants de l'environnement de sélection ont provoqué un bouleversement radical du processus d'innovation et, par conséquent, du régime technologique dans l'industrie des moteurs. On assiste à une vague de fusions et d'acquisitions dans l'industrie des moteurs, visant à accroître le champ de compétences technologiques et à diversifier la gamme de produits, pour faire face à une concurrence accrue de l'oligopole électrotechnique. Ainsi, s'est constitué un nouveau modèle de concurrence, caractérisé par l'exploitation des économies d'échelle et de variété dans la production et la commercialisation des technologies d'entraînement.

Actuellement, le domaine des moteurs électriques peut être catégorisés selon la technologie utilisée (induction ou synchrone, par exemple) mais aussi grâce à la tension appliquée à ces moteurs. Les moteurs dits de basse tension (jusqu'à environ 1000 Volts) ont une demande plus importante en quantité, sont plus petits en taille et, en même temps, sont moins coûteux du point de vue de la fabrication. Ce type de moteur est effectivement très standardisé et est produit par des entreprises plus proches d'une stratégie d'économie d'échelle. D'autre part, les moteurs de haute tension (à partir d'environ 1000 Volts), sont plus complexes et ont, normalement, plus de spécifications techniques liées à l'application de la machine (marché ou client). De ce fait, ce type de machines ne sont pas complètement *standardisables*, et restent des machines très customisées ; nous pouvons les considérer comme des systèmes complexes (c'est le cas des marchés adressés par l'entreprise où cette recherche a eu lieu). Le principe général d'économies d'échelle versus les systèmes complexes a été illustré par Moore (2005) :

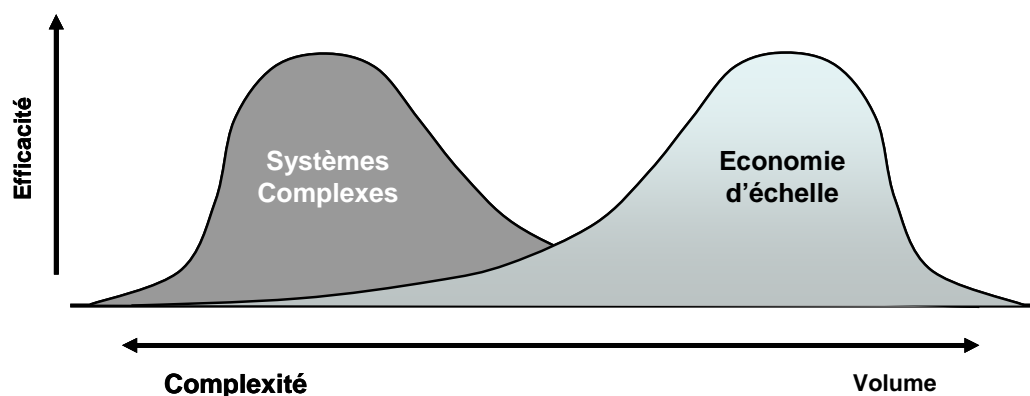


Figure 8. Stratégie d'économies d'échelle versus stratégie de systèmes complexes (adapté de Moore, 2005)

Comme l'indique le diagramme ci-dessus, chaque modèle a un « emplacement » optimal du point de vue de l'efficacité de la stratégie en question, que se dégrade vers les deux directions. Dans le cas du modèle des systèmes complexes, il peut être surchargé à un tel point de complexité qu'il craque, comme on peut constater sur des projets qui dépassent massivement le budget initialement prévu. De l'autre côté, s'il n'a pas une complexité

suffisante pour résoudre la problématique posée, les structures de coûts deviennent insoutenables. Comparativement, le modèle d'économie d'échelle peut être surchargé avec tellement de volume qu'il n'arrive plus à fournir les services de base. De l'autre côté, si l'on demande de manager trop d'exceptions le modèle devient inefficace.

Moore (2005) explique que le modèle des systèmes complexes se renouvelle à travers la création de nouvelles catégories de complexité, et qu'il existe une interaction des deux modèles définie par la maturité du cycle de vie de la catégorie. Nous avons constaté que dans le cas des moteurs électriques nous pouvons définir ces interactions de la manière suivante : au moment de l'insertion de la technologie sur le marché, c'est le modèle de systèmes complexes le plus viable, vu qu'il n'existe pas assez de demande de volume. Avec la maturation de la catégorie et la vulgarisation de la technologie les deux modèles coexistent (entreprises généralistes et niches). Cependant quand la valeur ajoutée du système est transférée au niveau des composants, le modèle d'économie d'échelle devient le plus viable (moteur de basse tension). A ce moment, la solution, pour ceux adoptant le modèle de systèmes complexes, est d'apporter un niveau de complexité additionnel à travers l'innovation (d'où l'importance des marchés niches) jusqu'à que cette technologie devienne banalisée et ainsi de suite.

Cette cyclicité défendue par Moore (2005) est représentée dans le diagramme suivant :

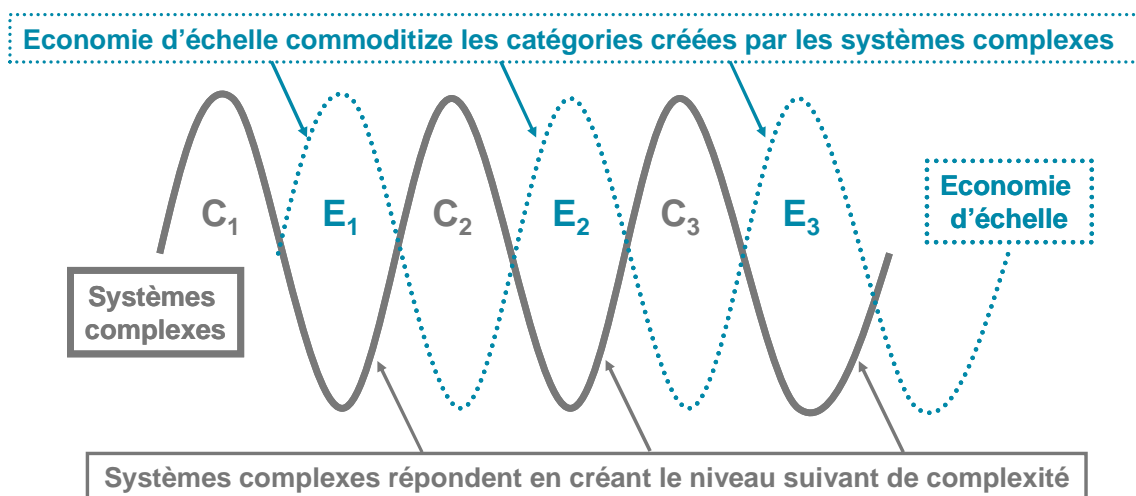


Figure 9. Cyclicité des stratégies (adapté de Moore, 2005)

Etant donné les changements intervenus dans l'organisation de l'industrie de moteurs, notamment en ce qui concerne la spécialisation des entreprises, nous pouvons conclure qu'un nouveau modèle d'innovation a émergé dans cette industrie. Les grandes entreprises leaders sont maintenant engagées dans un processus de concurrence intense s'appuyant sur la différenciation des technologies de produits. Cependant, les statistiques des brevets montrent que les grandes entreprises généralistes ont assumé un rôle prépondérant dans le processus d'innovation technologique des moteurs depuis les années quatre-vingt dix (Almeida, 1999). Ces grandes entreprises ont une capacité technologique beaucoup plus importante que les

firmes niches. Cela entraîne une plus grande stabilité dans la hiérarchie entre les firmes de cette industrie. Ainsi, le régime technologique est maintenant plus proche du régime routinier, dont le processus d'innovation est associé à une plus grande concentration industrielle.

Le changement de modèle d'innovation n'a pas été sans conséquences sur le rythme et les orientations de la recherche dans la technologie des moteurs. En effet, les technologies niche restent au centre du processus de compétition technologique. Nous assistons aussi à une augmentation de l'effort d'innovation de la part de l'industrie des moteurs qui est naturellement accompagnée d'une accélération du rythme d'innovation. Ainsi, les trajectoires technologiques des moteurs innovants sont devenues des orientations d'innovation privilégiées dans la stratégie technologique de la plupart des entreprises de l'industrie électrotechnique. Nous pouvons conclure ainsi qu'il est possible et très probable que les moteurs à caractère innovant caractérisent de nouvelles trajectoires technologiques dominantes. Cela signifie un abandon progressif des systèmes d'entraînement classiques, au fur et à mesure que la performance des moteurs dits innovants s'améliore. C'est aussi pour cette raison que, dans le domaine de moteurs électriques, il est très important de garder une avance technologique par rapport aux concurrents.

1.4. L'INNOVATION DANS LE DOMAINE DE MOTEURS ELECTRIQUES

A partir de l'observation de l'évolution des projets d'innovation que nous avons utilisé comme étude de cas et aussi à partir de l'historique de la technologie des moteurs électriques expliqué précédemment, nous avons pu conclure que la technologie des moteurs électriques n'a pas beaucoup évolué depuis son apparition. Les constructeurs de ce type de machine se sont investis dans l'amélioration des paramètres influant la performance de ces machines (par exemple la ventilation, les composants mécaniques, etc.), mais la technologie reste la même. C'est à travers ces paramètres que ces constructeurs arrivent à se différencier. Dans ce contexte, nous trouvons intéressant de se poser la question suivante : « Quelle est la définition d'innovation et de degré d'innovation dans le domaine des moteurs électriques ? ». Nous soutenons l'hypothèse que l'innovation radicale reste tout de même l'apparition de la technologie des moteurs électriques dans le monde, mais que tout changement permettant d'impacter favorablement le choix d'une nouvelle technologie par rapport à une existante peut être considéré une innovation.

De plus, l'analyse du processus d'innovation dans le système d'entraînement classique a montré que cette trajectoire technologique est entrée dans une phase de rendements décroissants (Almeida, 1999). C'est-à-dire qu'on obtient des résultats de moins en moins significatifs avec un même investissement en recherche et développement- R&D. Cela a beaucoup incité les efforts de recherche dans les systèmes d'entraînement innovants, comme les variateurs électroniques de vitesse et les moteurs à aimants permanents. Ainsi, les systèmes d'entraînement ont fait l'objet d'un effort d'innovation intense au cours des vingt dernières années, lequel a abouti à des résultats significatifs. Ce processus d'innovation est loin de s'essouffler étant donnée le rythme accéléré du changement technique dans les

disciplines qui forment leur base de connaissances, c'est-à-dire l'électronique, l'informatique et la technologie des matériaux magnétiques.

Almeida (1999) a aussi mis en évidence les barrières techniques et économiques actuelles pour le développement et la diffusion des technologies innovantes en substitution aux technologies classiques d'entraînement. Cette analyse a montré que, dans la majorité des cas, les principaux blocages ne sont pas d'ordre purement technique mais économique. C'est-à-dire que les technologies innovantes sont déjà techniquement supérieures aux technologies classiques, mais leurs coûts de production sont trop élevés par rapport à ces dernières. La supériorité technique n'est pas suffisante pour justifier un investissement supérieur au moment de l'achat. L'une des difficultés rencontrées par les entreprises qui veulent innover est justement d'estimer en amont du projet quel est le degré optimal d'avancée technologique par rapport au coût des solutions.

Dans notre recherche nous allons nous intéresser à cette problématique de définition des objectifs en amont du projet, dans le but de lancer des projets d'innovation qui seront technologiquement et économiquement adaptés au moment de la mise sur le marché. Cela a un impact sur le processus de pilotage des projets d'innovation, qui ne prennent pas toujours en compte les dimensions technologiques et économiques du projet.

Maintenant, nous avons défini ce que l'on considère une « innovation » dans le domaine de moteurs électriques et nous avons une bonne compréhension de l'évolution de cette technologie au fil du temps. Cela nous permettra de porter une observation éclairée sur les projets d'innovation des moteurs électriques utilisés comme étude de cas. Nous passons donc à la description de l'historique et des activités de l'entreprise où cette recherche a eu lieu dans le but de formuler la problématique industrielle.

2. CONVERTEAM SAS : LE TERRAIN DE RECHERCHE

Ce projet de recherche a été réalisé à l'intérieur d'un groupe industriel international appelé Converteam, un des leaders mondiaux en technologie de conversion de puissance. Converteam est une entreprise "business-to-business" (B2B) qui fournit des solutions fortement adaptées aux besoins du client comprenant les moteurs électriques, les générateurs et les convertisseurs de fréquence pour les marchés du pétrole et du gaz, pour l'industrie, la marine et d'autres applications diverses. Les caractéristiques de ses projets font de Converteam un environnement idéal pour étudier l'innovation des biens d'équipement, des produits industriels et des systèmes complexes.

Dans les prochains paragraphes nous allons présenter l'historique de l'entreprise et sa configuration actuelle, nous allons également décrire ses principales activités et citer les marchés sur lesquels Converteam est présente. Nous finirons par exposer les capacités de Converteam en termes de types de produit et par décrire quelques uns des projets innovants qui sont ou ont été menés dans le domaine de moteurs électriques chez Converteam.

2.1. HISTORIQUE ET SECTEURS D'ACTIVITE

Converteam, groupe international d'ingénierie, propose une large gamme de solutions personnalisées de conversion de puissance utilisant des technologies à la pointe de l'innovation. Son champ d'action englobe le conseil, la conception, la fabrication, l'intégration de systèmes, l'installation, la mise en service et un large éventail de services. Les solutions, conçues et fabriquées par Converteam, sont construites autour de trois composants principaux:

- les machines tournantes (moteurs et générateurs) ;
- les variateurs de vitesse;
- les systèmes de contrôle et d'automatisation des procédés industriels.



Figure 10. Les trois composants principaux conçus et fabriqués par Converteam

Converteam est une jeune société, mais son savoir faire et ses compétences dans le domaine de la conversion d'énergie proviennent de plus de 100 années d'histoire dans la technologie électrique au service de marchés internationaux. Converteam est le résultat de nombreuses années de collaboration avec des industries majeures telles General Electric Company (GEC) au Royaume-Uni, Allgemeine Elektrizitats Gesellschaft (AEG) en Allemagne et Westinghouse Drive Systems aux Etats-Unis tout comme la Compagnie Générale d'Electricité (CGE) ainsi que Cegelec et ALSTOM en France. Cet historique est illustré ci-dessous :

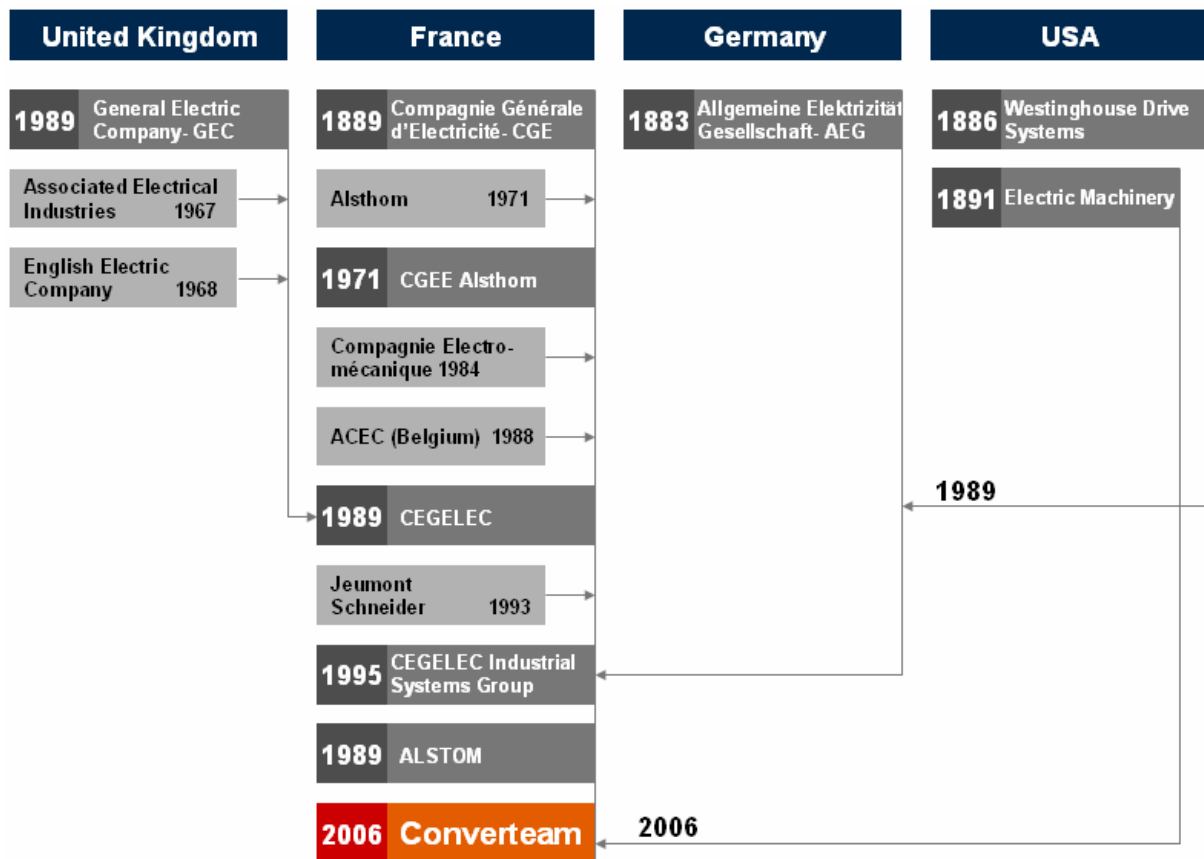


Figure 11. Historique de Converteam

Converteam était, jusqu'à 2006, une branche d'ALSTOM. A cette date, elle est devenue une société indépendante, avec pour nouvel actionnaire Barclays Private Equity France. Depuis le 30 Septembre 2008, à la suite d'un changement de la structure actionariale, le groupe est détenu à parts égales par Barclays Private Equity France, LBO France et le management et les collaborateurs.

Le groupe Converteam est composé de diverses unités organisées autour des trois composants qu'elle conçoit et fabrique. Il est important de préciser que notre recherche est réalisée au sein de l'unité de production de machines tournantes en France : « Converteam Rotating Machines Division ». La création de ce site se donne en 1889 au nom de Compagnie Générale Electricque Nancy (CGE). A cette époque cela ne faisait pas beaucoup de temps que la technologie de moteurs électriques était commercialisée, pour cette raison, l'histoire de ce site est étroitement liée aux principales innovations créées par l'entreprise dans le domaine de moteurs électriques (cf. figure 12).

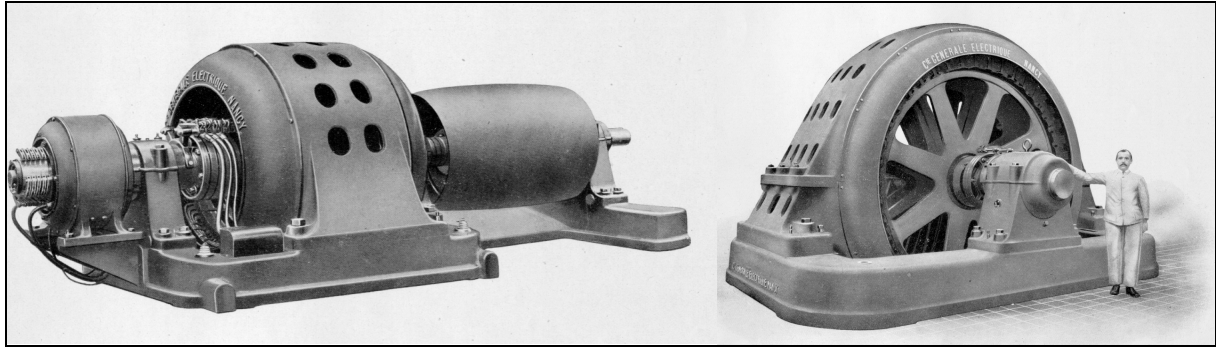


Figure 12. Moteurs fabriqués à l'usine de Nancy. De gauche à droite : moteur pour le submarine « pluviose » (1906) et moteur a induction, 900 kw, 107 tr/mn (1930)

La stratégie de Converteam repose sur la capacité à innover et à questionner les méthodes de travail pour accroître la performance du groupe, dans le respect de standards exigeants de performance, d'éthique et de responsabilité. Converteam a intégré dans sa stratégie un axe porté sur technologie et innovation, car elle voit l'innovation comme le moteur d'une croissance durable. Pour Converteam, l'innovation assure aux clients une longueur d'avance décisive et renforce l'avantage concurrentiel de solutions. Dans cette optique Converteam cherche à renforcer les synergies entre les aspects commerciaux et la recherche et le développement (R&D).

Actuellement Converteam est installé sur tous les continents et couvre une clientèle très internationale. Cette approche globale confère au Groupe un positionnement unique sur le marché mondial de la conversion d'énergie. Nous présentons maintenant les principaux marchés adressés par Converteam.

Le Groupe opère principalement sur quatre marchés diversifiés où il occupe des positions de premier plan et dispose de références prestigieuses. Ces marchés ont notamment :

- La marine : Marine marchande et militaire
- Pétrole et Gaz, Offshore
- Production d'énergie
 - Energie renouvelable
 - Energie de l'océan (vagues, marées, courants) ou des rivières
 - Systèmes conventionnels de production d'électricité : centrales thermiques, hydrauliques et nucléaires
- Industrie
 - Métal, aluminium et autres (papier, fibres et plastique, ciment, etc.)
 - Levage
 - Bancs d'essai pour l'automobile, l'aéronautique et l'éolien
 - Installations minières, etc.

« Converteam Rotating Machines Division » adresse ces différents marchés en proposant une large gamme de moteurs électriques que nous décrivons ci-après.

2.2. LES GAMMES DE MOTEURS ELECTRIQUES

Nous jugeons intéressant de décrire synthétiquement les différents types de moteurs conçus et fabriqués par « Converteam Rotating Machines Division » à Nancy, dans le but de mieux comprendre les projets de développement en cours qui seront utilisés comme études de cas.

Converteam fabrique des moteurs très customisés : tous les moteurs fabriqués par Converteam sont, à l'origine, des commandes signées avec les clients, c'est-à-dire qu'il n'existe pas, chez Converteam, des moteurs fabriqués à l'avance, les moteurs sont tous fabriqués sur mesure.

Dans cette optique, le modèle d'économie d'échelle ne fait pas partie de la stratégie de Converteam qui s'intéresse plutôt à un modèle de systèmes très customisés. Cela élimine les moteurs de basse tension de son scope de construction. Les moteurs fabriqués chez Converteam sont des moteurs à courant alternatif qui peuvent être classifiés selon leur technologie : induction ou synchrones.

Le moteur à **induction** (aussi connu comme moteur à cage d'écureuil) est le type de design le plus utilisé aujourd'hui. Ce type de moteur combine un design simple avec un plus faible coût de production et d'entretien, aussi bien que des performances techniques remarquables (couple et vitesse). De l'autre côté les moteurs **synchrones** ont un design plus complexe étant donné que la partie rotorique génère elle aussi un champ magnétique. Pour obtenir un tel fonctionnement, le champ magnétique rotorique est généré soit par des aimants, soit par un circuit d'excitation. Il existe trois grandes familles de rotor synchrones : les rotors bobinés à pôles lisses, les rotors bobinés à pôles saillants et les rotors à aimants.

Ci-après un tableau récapitulatif des principaux paramètres relatifs à ces technologies et aux capacités de produits offerts par « Converteam Rotating Machines Division »:

	Induction Traditionnel	Induction à Grande Vitesse (MGV)	Synchrone Traditionnel	Synchrone à Grande Vitesse
Gamme (jusqu'à)	40 MW	30 MW	100 MW	10 to 100MW
Vitesse	30-7000 tr/min	20000 tr/min	20-6000 tr/min	7000 tr/min
Fréquence	50/60 Hz et fréquence variable	Fréquence variable	50/60 Hz et fréquence variable	Fréquence variable
Tension	690 to 14000V	3000 à 6300 V	690 to 15000V	5000 à 6600V
Construction	Horizontal or vertical	Horizontal or vertical	Horizontal or vertical	Horizontal
Refroidissement	Air ou eau	Intégré: par le gaz du procès/ Stand-alone: Air ou eau	Air ou eau	Air ou eau

Tableau 2. Gammes des moteurs fabriqués par « Converteam Rotating Machines Division »

2.3. EQUIPE DE RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT ET PROJETS D'INNOVATION

Converteam accorde une part importante de son budget à la recherche, afin de développer de nouveaux marchés via des technologies intégrées innovantes. Environ 4% de ses ventes sont consacrées à l'activité R&D, en 2009 les ventes ont représenté 1,153 millions d'euros.

L'équipe de recherche et développement de « Converteam Rotating Machines Division Nancy » comprend environ quinze personnes, dont des docteurs-ingénieurs, des ingénieurs, des techniciens et des thésards CIFRE. De plus, quatre ingénieurs détachés par des sous-traitants renforcent habituellement l'équipe R&D.

Dans cette section, notre but n'est pas de détailler les programmes de recherche et de développement mais de donner un aperçu des voies d'investigation actuellement en cours chez Converteam ou encore de donner des exemples d'innovations dans le domaine des moteurs que l'on peut considérer des réussites.

▪ Moteurs à Grande Vitesse (MGV)

Cette technologie a été développée il y a quinze ans et a permis à Converteam de se positionner en temps que leader grâce à son expérience dans le domaine de la grande vitesse. Ce moteur innovant qui est en constante évolution, est au cœur de cette thèse et sera détaillé dans la suite de ce document (Chapitre 5).

▪ Solutions POD

Les solutions électriques pour la propulsion « outboard » ont été développées par Converteam à la fin des années 90, et sont utilisées pour des applications en marine marchande, « offshore » et naval. Plus récemment, Converteam a développé un nouveau système de propulsion compacte et plus efficace (pompe-jet POD), mettant en valeur des moteurs à induction innovants ayant une haute densité de couple, alimentés par des convertisseurs PWM (Pulse Width Modulated).

▪ High Torque Density (HTD) moteurs à induction

En 2005, Converteam a livré avec succès, pour un navire de recherche, le premier moteur à induction « High Torque Density » (HTD) au monde. Depuis cela, Converteam a développé, fabriqué et mis en service des moteurs HTD pour les applications de la marine marchande, avec des puissances jusqu'à 24 MW à une vitesse de 130 tr / min.

▪ High-Temperature Superconducting (HTS) moteurs et générateurs

Converteam investi dans la recherche sur l'application des nouveaux matériaux dans la fabrication des moteurs. Maintenant la technologie de supraconducteurs est plus connue et plus développée. Une fois appliquée à un moteur ou à un générateur, elle comporte des avantages considérables comme la taille et le poids réduits (par 3 à 4 fois), l'efficacité améliorée avec presque zéro pertes. Converteam a déjà conçu, construit et testé avec succès un moteur prototype de 250 kilowatts et 1500 t/mn utilisant des conducteurs « HTS ».

Etant donné les informations concernant l'évolution et la dynamique d'innovation de la technologie de moteurs électriques présentées au long de ce chapitre et la description de l'entreprise où cette recherche a eu lieu que nous venons d'exposer, nous passons à la formulation de la problématique industrielle.

3. PROBLEMATIQUE INDUSTRIELLE

Nous avons voulu présenter, dans ce chapitre, une analyse de la dynamique d'innovation de la technologie des moteurs électriques, afin de mettre en évidence les principales orientations de l'innovation et les forces technologiques et économiques qui animent ce processus de changement technologique.

Nous avons pu conclure, du fonctionnement des moteurs électriques, que ce système est régit par des lois électriques et mécaniques qui sont des paramètres figés (technologie mûre). Les voies d'innovation se trouvent donc dans la performance des éléments qui composent les moteurs électriques, dans les matériaux qui le constituent et dans les processus de fabrication. De ce fait, l'innovation dans le domaine des moteurs électriques sont, le plus souvent, incrémentales car l'innovation radicale signifierait la création d'un système d'entraînement complètement nouveau. Par contre, cela n'empêche pas que la dynamique concurrentielle est de plus en plus intense et s'appuie sur la différenciation des technologies des produits.

Converteam, de son côté, a l'**ambition** de gérer son **programme de développement de nouveaux produits** pour anticiper la tendance du marché, et devenir l'un des **3 acteurs clés** dans son domaine de compétence. Converteam positionne clairement l'innovation comme une des solutions clés pour garantir sa place sur le marché.

Prenant en compte la situation actuelle de l'évolution de la technologie de moteurs électriques et le positionnement par rapport à l'innovation de l'entreprise, nous pouvons caractériser la problématique industrielle comme étant la difficulté de passer d'une **innovation technologique** à une **innovation référence** sur le marché. Savoir passer de la R&D au monde industriel fait partie du **processus d'innovation** et Converteam veut maîtriser cet important processus commun à d'autres produits innovants existants ou en cours de développement au sein de l'entreprise.

La figure suivante exprime le contexte existant au moment de la formulation de la problématique industrielle :

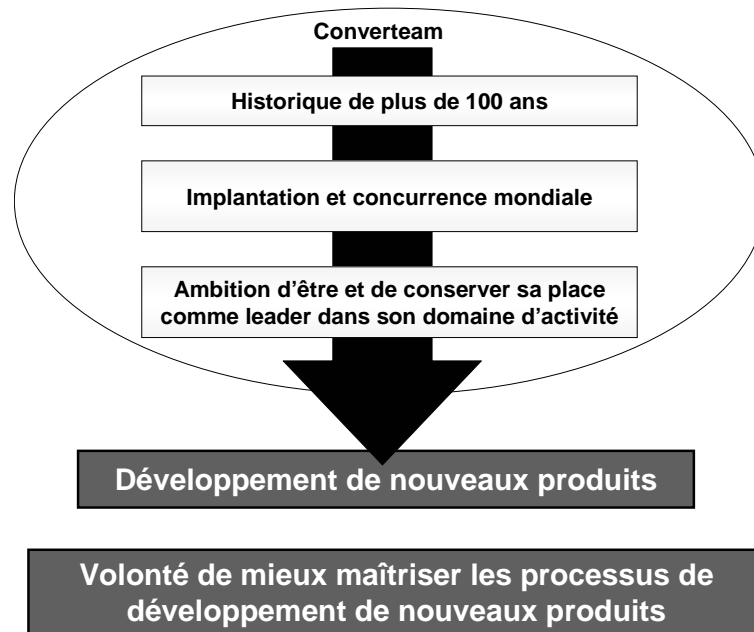


Figure 13. Contexte industriel

L'importance du positionnement sur le marché, qui est directement impacté par l'innovation, est couplée par la réalité économique du management des projets. Selon des études menées par le cabinet Mc Kinsey and Company cités par Boly (2008) :

- Un budget de développement dépassé de 50% peut entraîner des pertes de bénéfices de 5%,
- Un coût de production réel supérieur de 10% au coût ciblé peut entraîner des pertes de bénéfices de 20%,
- Un lancement retardé de six mois peut entraîner des pertes de bénéfices de 30%.

Ces paramètres, quant ils sont appliqués à des projets d'innovations, peuvent avoir encore plus d'impact, justifiant ainsi l'importance de bien maîtriser le processus de développement de nouveaux produits.

De plus, les moteurs électriques sont des biens d'équipement durables, ce qui signifie qu'ils sont des produits à long cycle de vie. Cela impact souvent le temps de développement de nouveaux produits qui peuvent aller de quelques mois à plusieurs années en fonction de la complexité du projet.

Par conséquent, mieux manager le processus d'innovation de biens d'équipement (multiples projets qui commencent et se terminent à des moments différents, avec des équipes différentes) et une problématique pertinente. Il faut savoir transformer la vision générale de la stratégie d'innovation en des actions concrètes sur le management des projets d'innovation et sur le management des portefeuilles de projets d'innovation.

Maintenant que nous avons intégré la problématique dans un contexte industriel, nous allons passer au chapitre suivant qui présentera une revue de littérature que nous guidera vers

la formulation de notre problématique de recherche. Nous suivons le schéma que nous avons présenté dans le chapitre précédent. Nous nous situons, à la fin de ce chapitre, au moment de la transition illustrée dans la figure suivante :

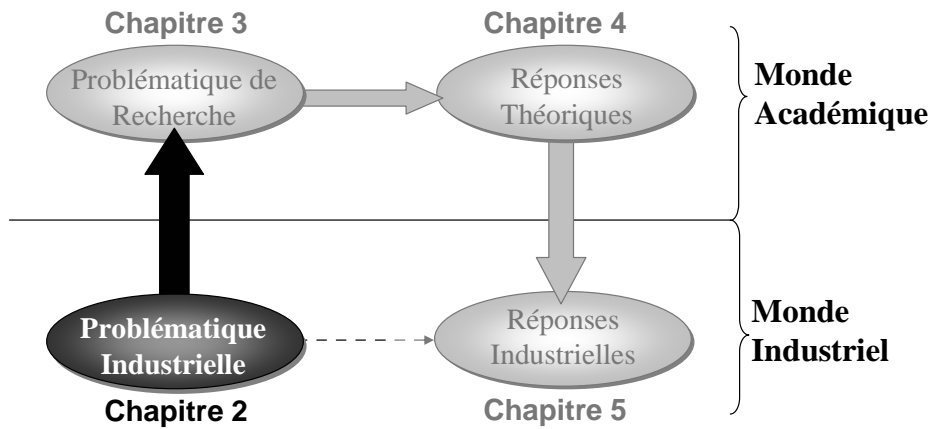


Figure 14. Articulation des chapitres : De la problématique industrielle à la problématique de recherche

Chapitre 3. Etudes approfondies du processus d'innovation et de pratiques de management de l'innovation

Nous avons réparti ce chapitre en deux parties : la première s'intéresse à l'analyse de la littérature dans le domaine de l'innovation et la deuxième à l'analyse des pratiques de management de l'innovation. Ces analyses vont nous guider à la formulation de notre problématique de recherche qui est présenté à la fin de ce chapitre.

Partie I

1. POURQUOI INNOVER?

L'innovation n'est pas un phénomène nouveau. Certainement, c'est aussi vieux que la civilisation elle-même. Depuis toujours, l'homme est environné par l'enthousiasme et la crainte que suscite cette recherche de nouveauté. La compétition globale continue à accroître à une vitesse accélérée et l'innovation est manifestement reconnue comme une des armes les plus efficaces pour fournir un avantage compétitif durable.

De même, l'innovation est une notion omniprésente. Il suffit de s'intéresser aux termes utilisés, souvent par abus de langage, dans des divers domaines pour se rendre compte de l'importance attribuée à ce terme. Souvent injustement associée et cloisonnée aux progrès technologique, l'innovation concerne aussi bien une entreprise que une société, un pays, etc.

Personnage principal du contexte mondial actuel, « la crise », a été identifiée depuis longtemps comme étant une étape inhérente aux cycles de l'innovation (Schumpeter, 1939). Selon Schumpeter (1939), les innovations arrivent presque toujours au creux de la vague dépressionniste. La crise bouleverse les positions acquises, ouvre des opportunités et rend possible l'exploration d'idées nouvelles (Ferioli, 2010). Au contraire, lors d'une période haute de non-crise, l'ordre économique et social bloque les initiatives, ce qui freine le flux des innovations et prépare le terrain pour une phase de récession, puis de crise. Perez (2010) a aussi affirmé que l'évolution économique provoquée par l'innovation se déroule sur un cycle de fluctuations. Ainsi, davantage dans le scénario actuel, investir dans l'innovation s'avère être une réaction pertinente.

Dans le contexte de l'entreprise, des événements contemporains comme la mondialisation des échanges, l'accentuation de la concurrence ou bien encore les bouleversements politiques mondiaux, les obligent à trouver de nouveaux modes de différenciation. Ainsi l'innovation est devenue une alternative incontournable pour répondre

efficacement aux défis et aux perspectives imposées. De plus, la récompense accordée par les marchés à la création de valeur est incontestable (Santos, 2004).

Nous pouvons conclure que l'innovation joue, incontestablement, un rôle primordial dans le scénario mondial actuel. Source d'innombrables bénéfices et de puissant avantage concurrentiel, la recherche des nouvelles logiques et stratégies d'innovation pertinentes pour alimenter continuellement le marché est une préoccupation courante.

Dans les prochains paragraphes nous allons mettre en évidence les diverses facettes que le mot innovation peut avoir, tout en précisant notre positionnement scientifique par rapport aux définitions que l'on trouve dans la littérature.

2. L'INNOVATION COMME OBJET DE RECHERCHE

2.1. DISTINCTION ENTRE INVENTION ET INNOVATION

Même si cette distinction n'est pas un sujet nouveau et a été traitée par plusieurs publications, nous continuons à observer que l'un des problèmes liés à la gestion de l'innovation reste que le public interprète « l'innovation » de diverses façons et la confond souvent avec le terme « invention ». Nous trouvons donc pertinent de préciser notre positionnement par rapport à cette définition.

D'après le manuel de Frascati publié par l'OCDE (2005), l'innovation est la transformation d'une idée en un produit vendable nouveau ou amélioré, ou en une nouvelle méthode de service. Elle couvre toutes les activités scientifiques, techniques, commerciales et financières nécessaires pour assurer le succès du développement et de la commercialisation de produits manufacturés nouveaux ou améliorés ou pour introduire une nouvelle méthode de service (Romon, 2008).

Nonobstant, une invention ne devient pas une innovation avant que celle-ci soit passée par les phases de production, de marketing et qu'elle soit diffusée sur le marché (Layton, 1977 ; Freeman, 1991 ; Smith et Barfield, 1996 ; Garcia et Calantone, 2002). Ce type de raisonnement est illustré dans la figure suivante :

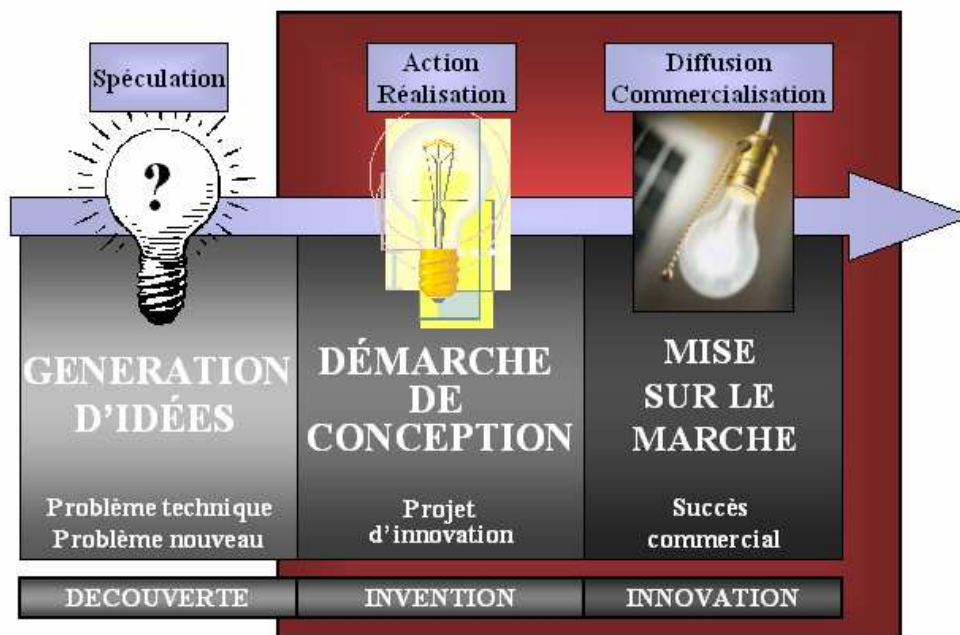


Figure 15. De la découverte à l'innovation

Dans la phase de génération d'idées (située dans les phases amont du processus d'innovation) l'objectif principal est de trouver « une réponse permettant de résoudre un problème par la construction d'un objet matériel ou immatériel (logiciel, service, etc.) » (Devalan, 2006). Lors de cette étape nous avons une « découverte » qui pourra ou non donner lieu à un projet d'innovation.

Ensuite, arrive une étape exclusivement technique où nous sommes sortis définitivement du domaine de la réflexion pour rentrer dans celui de la pratique et de l'action (Perrin, 2001) : c'est la démarche de conception. L'issue de cette démarche sera l'invention : « un dispositif, un schéma technique, venant résoudre de façon nouvelle un problème technique ou venant résoudre un problème nouveau » (Devalan, 2006).

« Inventer ne suffit pas, il faut que l'invention se diffuse, devienne un produit ou un service qui se commercialise pour qu'elle devienne une innovation, c'est-à-dire un produit commercialisable » (Devalan, 2006). En conclusion, innover c'est faire correspondre un besoin réel ou potentiel, un marché et des solutions réalisables.

Parmi les définitions d'innovation existantes dans la littérature, nous avons sélectionnés quelques unes selon leur applicabilité au contexte de recherche industrielle dans lequel nous nous situons. Nous les présentons dans la suite de ce document.

2.2. DEFINITIONS DE L'INNOVATION

Il est difficile de présenter l'innovation tant ce terme est très largement diffusé voir banalisé. Au même temps, c'est normal qu'un terme aussi exploité nécessite plusieurs modes d'appréhension.

La complexité de la notion d'innovation apparaît dès l'instant où l'on cherche à la définir. Le mot innovation étant polysémique il renvoie à plusieurs signifiés présentant des traits sémantiques communs.

Selon les dictionnaires (Robert, 2009 ; Larousse, 2009), l'innovation est « l'action d'innover et le résultat de cette action, c'est une chose nouvelle », « l'action d'introduire quelque chose de nouveau dans une chose établie », « action, fait d'innover ; résultat de cette action, chose nouvelle introduite ». Dès ces définitions nous pouvons constater que les mots « action » et « résultat » sont souvent employés.

Effectivement, selon Groff (2009) l'innovation renvoie à trois sens principaux : un résultat, un processus et une démarche :

L'innovation : un résultat.

Pour Schumpeter (1939), « l'innovation correspond au premier usage commercial d'un produit ou d'un procédé qui n'avait jamais été exploité auparavant » (Schumpeter, 1939). L'innovation est donc une action qui permet d'aboutir à un « résultat » que l'on peut aussi appeler une innovation.

L'innovation : un processus

Pour d'autres, l'innovation est un processus. Pour Ben Rejeb (2008) par exemple, « L'innovation est un processus qui se présente sous la forme de plusieurs phases, commençant par la recherche ou par l'apparition des idées innovantes et se terminant par la concrétisation de certaines idées et le lancement des produits sur le marché ». L'innovation est donc une « action » qui s'appuie sur un processus : le processus d'innovation.

L'innovation : une démarche

Pour d'autres encore, l'innovation correspond à une démarche, à une volonté stratégique et managériale visant à appuyer le processus d'innovation et dont la finalité est d'arriver à des résultats innovants.

Comme nous avons pu constater, l'innovation reste tout de même une notion qui revêt un caractère complexe et multiforme, la rendant parfois difficile à formaliser. Par conséquent, l'innovation a été définie par de très nombreux auteurs et de beaucoup de manières différentes. D'après Boly (2008) selon leur discipline d'origine, selon leur expérience, selon leurs intérêts, les auteurs abordent cette notion de manière excessivement variée.

Nous n'avons pas l'ambition d'être exhaustif en ce que concerne la définition du terme innovation lui-même, mais si sur ce que le terme innovation représente dans le contexte de notre recherche. Nous présenterons donc, notre positionnement par rapport aux définitions des trois sens principaux du terme innovation (résultat, processus, démarche) rencontrées dans la bibliographie scientifique.

2.2.1. L'INNOVATION : UNE DEMARCHE

L'innovation peut correspondre à une démarche, c'est-à-dire une volonté stratégique et managériale visant à s'appuyer sur le processus d'innovation et dont la finalité est d'arriver à des résultats innovants.

Selon Tidd et Bessant (2009) le rôle joué par l'innovation est important et double : il s'agit d'une source majeure d'incertitude et de changement contextuel ; et d'une ressource compétitive essentielle à l'entreprise. Certaines entreprises considèrent l'innovation comme une réelle stratégie pour désarçonner leurs concurrents et pour imposer une image particulière à leur marque.

Du point de vue de l'entreprise et dans notre recherche, nous considérons que l'innovation autant que démarche se situe dans l'espace économique : c'est le lancement de nouveaux produits permettant de conquérir des parts de marché, ou la mise en place de nouvelles façons de faire permettant des gains de productivité. Vue sur cet angle, l'innovation est une activité générique liée à la survie et à la croissance de l'entreprise.

2.2.2. L'INNOVATION : UN PROCESSUS

La notion de processus s'utilise pour décrire des activités régulières qui demandent une contribution coordonnée de plusieurs fonctions et métiers. En effet l'innovation se prête tout particulièrement à une description par processus, car elle mobilise de nombreuses fonctions et métiers au sein des organisations, parfois sur plusieurs projets en parallèle (Le Masson et al., 2006).

Le processus d'innovation correspond à l'organisation des tâches à réaliser pour innover. Dans la littérature nous trouvons plusieurs approches, mais généralement, il s'agit de la description d'un processus intégrant des mécanismes de sélection par filtres successifs (ou jalons) qui permettent les prises de décision (Ferioli, 2010)

Nous pouvons séparer les propositions de processus en deux types de modèles : les modèles séquentiels et les modèles non-séquentiels (Groff, 2009). Nous pouvons donner comme exemple des modèles séquentiels celui de Booz, Allen et Hamilton (1982), Rochford et Rudelius (1997), Crawford (1997) ou encore Cooper (1990) que nous allons détailler par la suite.

Les modèles non-séquentiels sont plus en adéquation avec les modes d'organisation par projet où le processus d'innovation est un processus global de sous-processus inter-reliés, comme par exemple, celui proposé par Roozenburg et Eekels (1995) ou encore l'entonnoir de l'innovation (Wheelwright et Clark, 1992) qui est un modèle plus générique que nous allons détailler par la suite.

Dans les prochains paragraphes nous allons donner un aperçu de deux modèles que nous avons jugé être les plus pertinents pour notre recherche (cela parmi les modèles les plus utilisés dans le monde scientifique). Nous n'avons pas la prétention de dresser une liste exhaustive de ces modèles, car ici, notre but est simplement de positionner notre recherche par rapport au processus d'innovation.

- **Processus séquentiel : Stage-gate system**

Le modèle Stage-Gate System (Cooper, 1990) est un processus de développement de produits innovants très connu et très utilisé dans le monde des entreprises. Ce modèle très répandu est pourtant critiqué par certains auteurs qui préfèrent adopter une notion moins linéaire du processus d'innovation qui peut, selon eux, se révéler chaotique.

En effet, le modèle Stage-Gate System permet de subdiviser le processus de développement de produits nouveaux en un ensemble d'étapes (ou Stages) très ordonnées. A l'entrée de chaque étape se trouve une porte (ou Gate), comme c'est indiqué dans la figure suivante.

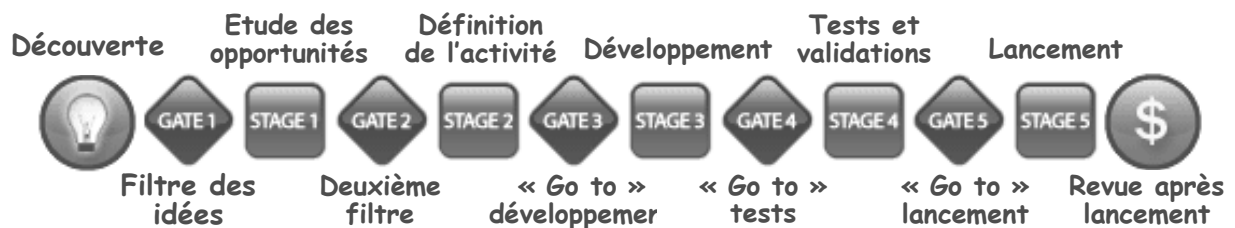


Figure 16. Processus de développement Stage-Gate system (Cooper, 2008)

Les « gates » sont des points de décision durant lesquelles des décisions de types Go/No Go sont prises. Ce sont des phases durant lesquelles toute l'équipe projet se réunit et quand toutes les nouvelles informations rassemblées durant les phases précédentes sont examinées. Ce sont les informations nécessaires à la prise de décision. De manière générale, ces phases de revue de projet sont pilotées par les dirigeants des entreprises ou bien par ceux qui ont le contrôle des ressources.

Quant aux phases (appelées stages), elles sont au nombre de quatre, cinq ou six selon la complexité du produit à développer et la complexité du projet. Le but de chaque étape est de collecter les informations nécessaires pour pouvoir progresser dans le processus. Chaque phase consiste d'un ensemble d'activités réalisées en parallèle par une équipe, généralement, pluridisciplinaire. Chaque étape coûte plus cher que celles qui la précèdent, en même temps l'engagement de l'entreprise dans le développement du produit augmente au fur et à mesure.

Nous pouvons constater que le processus « Stage-Gate » permet de visualiser facilement l'organisation des activités tout au long du processus d'un mode séquentiel. **C'est pourquoi nous avons choisi d'utiliser ce modèle, qui permettra de positionner notre recherche par rapport à l'étape que le projet d'innovation se situe.**

- **Processus non-séquentiel : Entonnoir de l'innovation**

L'entonnoir de l'innovation est une approche qui suggère une notion de convergence. Ce modèle, proposé par Wheelwright et Clark (1992) présente comment les objectifs, les actions, les équipes et les résultats interagissent les uns avec les autres pour créer le changement dans tout type d'organisation. Les actions sont à l'entrée de l'entonnoir, elles

représentent par exemple des nouvelles idées. Ces actions traversent l'entonnoir et plusieurs d'entre elles sont éliminées au niveau du goulot, c'est à ce niveau que s'exerce la pression des objectifs et des équipes, c'est-à-dire la notion de quantité d'information et d'idées au départ pour converger vers les quelques solutions les plus pertinentes pour l'entreprise et sa stratégie. A la fin de l'entonnoir, les résultats représentent le flux d'informations concernant la réalisation des objectifs, les actions et le travail des équipes.

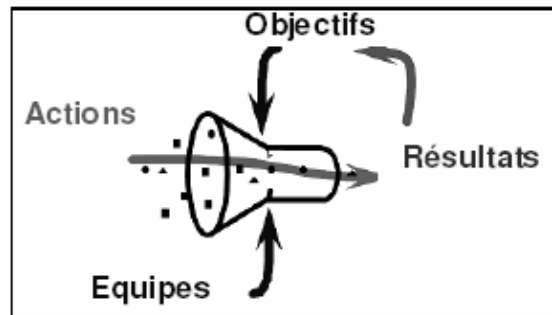


Figure 17. L'entonnoir de l'innovation (Wheelwright et Clark, 1992)

Cette modélisation suggère donc une structuration du processus en étapes interactives toutes jalonnées par des livrables intermédiaires d'une manière non-séquentielle. Dans notre recherche nous considérons cette approche de processus en étapes interactives et nous donnons beaucoup d'importance à la pression des objectifs et des équipes exercées au niveau du goulot. **Nous considérons que les décisions clés pour la bonne évolution du projet d'innovation dépendent directement des objectifs fixés au préalable.**

Nous pouvons conclure que l'innovation peut être décrite sous la forme de processus et que cela sert à faciliter le pilotage ou encore le management de l'innovation. **Dans notre recherche nous allons utiliser les modèles du processus d'innovation proposés par Cooper (1990) et Wheelwright et Clark (1992).** Le fruit du processus d'innovation sera l'innovation autant que résultat et c'est sur ce sujet que nous allons nous intéresser dans le paragraphe suivant.

2.2.3. L'INNOVATION : UN RESULTAT

Comme nous avons déjà dit, l'innovation peut être aussi bien l'action qui permet d'aboutir à un résultat que le résultat lui-même. Dans cette section nous allons nous intéresser particulièrement aux résultats.

Nous trouvons dans la littérature différentes propositions de comment « classifier » l'innovation autant que résultat. Dans ces « classifications » les innovations sont souvent appelés « types d'innovation ». Cependant, dans la littérature, la nomenclature « type d'innovation » ne se rapporte pas seulement au résultat obtenu ; elle peut aussi se rapporter au « champ » sur lequel l'innovation (autant qu'action) agit.

Néanmoins, nous ne trouvons pas une séparation ou énonciation claire de ces deux approches quand on analyse les classifications proposées dans la littérature. Pour cette raison nous proposons de présenter quelques exemples de classifications que l'on trouve dans la littérature tout en divisant cette présentation en deux parties: les champs d'action de l'innovation et les résultats de l'action d'innovation.

2.2.3.1. LES CHAMPS D'ACTION OU LA NATURE DE L'INNOVATION

Dans cette partie nous allons nous intéresser aux classifications de l'innovation se rapportant au « champ » sur lequel l'innovation (autant qu'action) agit. Prenons comme exemple, Schumpeter (1911) qui a définie cinq « natures » possibles d'innovation :

- Innovation produit : fabrication d'un bien nouveau, c'est-à-dire encore non familier au cercle des consommateurs ou d'une qualité nouvelle d'un bien (exemple: le téléphone, la machine à écrire, le baladeur).
- Procédé : introduction d'une méthode de production nouvelle, c'est-à-dire pratiquement inconnue de la branche intéressée de l'industrie; il n'est nullement nécessaire qu'elle repose sur une découverte scientifiquement nouvelle et elle peut aussi résider dans de nouveaux procédés commerciaux pour une marchandise (exemple: quand la vente par correspondance est passée du minitel à l'Internet, la nouvelle carte vitale).
- Nouveaux débouchés : ouverture d'un débouché nouveau, c'est-à-dire d'un marché où jusqu'à présent la branche intéressée de l'industrie du pays intéressé n'a pas encore été introduite, que ce marché ait existé avant ou non (exemple: l'ouverture de nouveaux marchés aux produits informatiques : les produits informatiques furent dans un premier temps réservés aux entreprises puis petit à petit ils ont touché le grand public notamment sous la forme des PC-Personal Computer, ou encore des ordinateurs portables).
- Consommations intermédiaires : Conquête d'une source nouvelle de matières premières ou de produits semi ouvrés; à nouveau, peu importe qu'il faille créer cette source ou qu'elle ait existé antérieurement, qu'on ne l'ait pas prise en considération ou qu'elle ait été tenue pour inaccessible (exemple: l'utilisation du carbone au lieu de l'aluminium dans la fabrication des vélos).
- Type d'organisation du marché : Réalisation d'une nouvelle organisation, comme la création d'une situation de monopole ou l'apparition brusque d'un monopole (exemple: les différents logiciels Windows (95/98/XP) sont des innovations. Auparavant, l'entreprise informatique américaine s'était crée une situation de monopole sur le marché de l'informatique en installant directement son logiciel sur presque tous les ordinateurs. Elle a été attaquée en justice pour situation de monopole mais cependant celui-ci reste bien présent).

Nous pouvons constater clairement que les « natures » d'innovation décrits par Schumpeter (1911) se rapportent au « champ » sur lequel l'innovation (autant qu'action) agit. La figure suivante illustre cette observation :

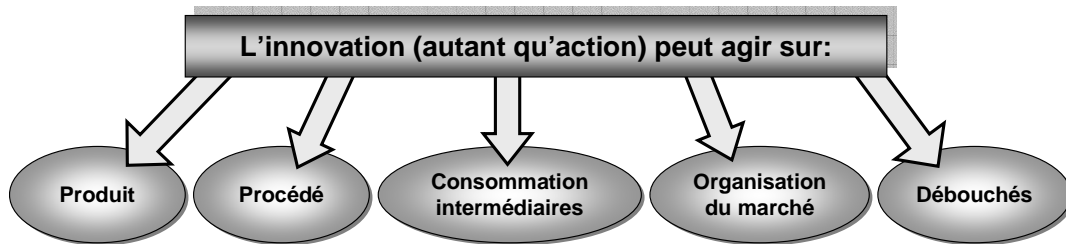


Figure 18. Les cinq « natures » d'innovation selon Schumpeter (1911)

Dans la littérature nous trouvons d'autres classifications des « champs d'action » pour l'action d'innover, comme par exemple, celle proposée par Tidd et Bessant (2009). Tidd et Bessant (2009) propose une approche qu'il appelle les 4Ps, selon lui l'innovation peut agir sur :

- un produit (ou service) : changement au niveau des produits (biens/services) qu'une organisation peut offrir.
- un procédé : changement dans les méthodes grâce auxquelles les biens/services sont introduits.
- une position : changement apporté à l'environnement dans lequel les biens/services sont introduits.
- un « paradigme » (modèle mental) : changement des modèles mentaux sous-jacents à ce que fait l'organisation.

Nous représentons ce que Tidd et Bessant (2009) appelle l'espace de l'innovation dans la figure suivante :

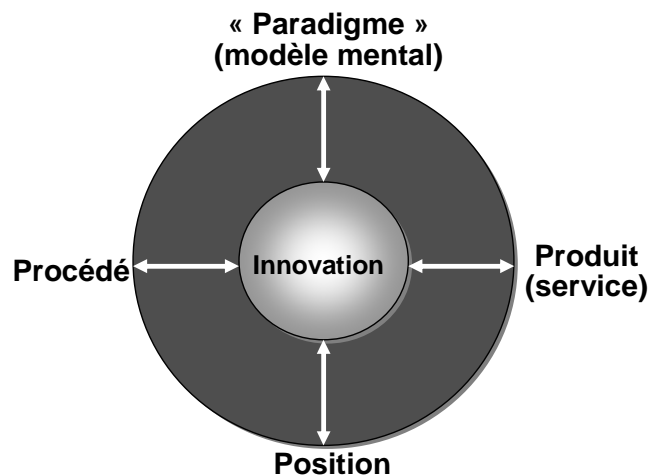


Figure 19. Les 4Ps de l'espace de l'innovation selon Tidd et Bessant (2009)

Encore sur le manuel d'Oslo (OECD, 2005) nous trouvons une proposition de classification de l'innovation en quatre classes: innovation produit, innovation procédé, innovation organisationnelle et innovation marketing.

Nous pouvons conclure que les champs d'action de l'innovation (autant qu'action) sont très variés. Nous considérons qu'il est nécessaire, dans le cadre de notre recherche scientifique, d'avoir une bonne compréhension du positionnement par rapport aux champs d'action car nous ne pouvons pas affirmer (sans une validation) que les conclusions à en tirer d'une étude d'un champ spécifique peuvent être généralisées aux autres champs existants. **Nous positionnons donc, notre recherche, sur l'étude du « champ » spécifique de l'innovation « produit » telle quelle a été définie par Schumpeter (1911) et par Tidd et Bessant (2009).**

Dans la prochaine partie de cette section nous allons analyser les classifications proposées dans la littérature pour les résultats de l'action innovation sur les champs d'action de l'innovation.

2.2.3.2. LES RESULTATS DE L'ACTION D'INNOVATION

C'est dans la classification des résultats de l'action d'innovation que l'on peut trouver le plus de propositions dans la littérature. Cette multitude de propositions a généré une grande quantité de publications scientifiques, rendant les résultats parfois conflictuels entre eux et entraînant une difficulté complémentaire dans la réalisation d'un travail de recherche bibliographique exhaustif.

Pour les raisons décrites dans le paragraphe précédent, nous avons choisi de décrire une sélection de propositions que nous jugeons le plus pertinentes par rapport aux travaux de recherche présentés dans ce document.

Parmi les publications analysées, nous avons pu constater que les résultats de l'action d'innovation peuvent être, eux aussi, séparés en deux groupes : la classification en « types d'innovation » et en « degré d'innovation ». Nous allons donc commencer par exposer quelques exemples de classification en « types d'innovation » et ensuite la notion de « degré d'innovation ».

▪ Classification en « types d'innovation »

Nous allons utiliser comme exemple de classification en « type d'innovation » l'approche proposée par Moore (2005). Moore (2005) propose quatorze types d'innovation qu'il associe à la maturité du cycle de vie du marché où cette innovation sera commercialisée. Nous présentons ci-après huit des quatorze des types d'innovation proposés par Moore (2005) :

- Innovation de rupture (disruptive) : crée un nouveau marché basée dans une nouvelle discontinuité technologique ou dans un nouveau modèle d'entreprise (« business model »).

- Innovation d'application : développe des nouveaux marchés pour des produits existants.
- Innovation de produit : se focalise sur des marchés existants pour des produits qui existent déjà, en les différenciant à travers des nouvelles fonctions et caractéristiques.
- Innovation d'amélioration : simple amélioration d'un paramètre d'une offre existante.
- Innovation marketing : se focalise sur la différenciation de l'interaction avec le client prospecté pendant la phase d'achat.
- Innovation de valeur « d'engineering » : réduit les coûts liés aux matières et à la fabrication d'une offre existant sans changer ses propriétés externes.
- Innovation de processus : se focalise sur l'amélioration des marges et du profit en réduisant les coûts du processus de production de l'offre.

Innovation de migration de valeur : consiste en rediriger le « business model » loin de la « commoditisation » en se dirigeant vers d'autres offres ayant des marges plus importantes.

Nous pouvons citer encore d'autres exemples de classification en « type d'innovation », comme celui de Abernathy et Clark (1985) qui proposent quatre situations d'innovation : l'innovation niche, l'innovation régulière, l'innovation architecturale et l'innovation révolutionnaire. Ou encore l'approche de Santi (2004), qui combine la distinction « Isolée vs. Systémique » de Henderson et Clark (1990) avec « Disruptive vs. Sustaining » de Christensen (2003), en intégrant le paramètre de création, ou non, de nouveaux marchés; ce qui donne six classifications possibles : harder&better, meccano, new player, new deal, new frontier et full monty.

Finalement, nous pouvons conclure que les classifications en « types d'innovation » sont nombreuses et changent beaucoup selon le regard que l'auteur porte sur l'objet étudié. Dans notre recherche nous n'allons pas utiliser ce type de classification en « type d'innovation », car ce que nous intéresse plus particulièrement est la classification en « degré d'innovation » présenté dans la suite.

▪ **Classification en « degré d'innovation »**

Nous trouvons dans la littérature plusieurs propositions de classification en « degré d'innovation ». Garcia et Calantone (2002), en particulier, ont réalisé une étude approfondie sur les « typologies d'innovation » où ils ont réuni les principales études existantes. Pour cette raison nous allons détailler leurs conclusions qui seront utilisées comme base pour notre recherche.

Garcia et Calantone (2002) se sont rendu compte que malgré la multitude de classifications et typologies existantes dans la littérature, il y avait un consensus sur l'idée de mesurer l'innovation selon les discontinuités technologiques ou liées au marketing et sur une perspective micro ou macro. En effet, selon leur étude, les discontinuités inhérentes aux

produits innovants peuvent avoir deux tournures distinctes: une de nature technologique et une liée au marketing. L'aspect lié au marketing invoque la notion qu'un produit innovant peut nécessiter la création d'un nouveau marché et/ou l'acquisition de nouvelles compétences en commercialisation. D'un autre côté, l'aspect technologique concerne la nécessité d'un saut scientifique et technologique, de nouvelles ressources de recherche et développement et/ou de nouveaux procédés de fabrication.

Ces caractères marketing et technologique peuvent avoir des conséquences à différentes échelles, leur impact peut être au niveau macro ou au niveau micro. La distinction entre la perspective macro et micro est importante puisqu'elle détermine de quel point de vue (pour qui et par qui) la nouveauté d'une innovation est identifiée. Le niveau macro concerne les aspects exogènes (qui proviennent de l'extérieur, qui ont une cause externe) à l'entreprise, comme la familiarité de l'innovation par rapport au monde, au secteur industriel ou les conséquences sur les concurrents. Quant au niveau micro, il concerne les aspects endogènes (qui proviennent de l'intérieur, qui ont une cause interne), reliés à l'entreprise elle-même, à ses clients (Garcia et Calantone, 2002).

En utilisant ces notions, Garcia et Calantone (2002) ont proposé une méta-typologie de trois catégories pour classer les innovations: innovation incrémentale, innovation radicale et innovation réellement nouvelle qui sont expliquées ci-après :

- Les innovations radicales : sont celles qui présentent des discontinuités technologiques et de marketing à l'échelle du monde, du secteur industriel (niveau macro) et aussi à l'échelle de l'entreprise (niveau micro). De manière générale, les innovations radicales ne répondent pas à des besoins exprimés, mais elles suscitent une demande qui n'était pas préalablement formulée par les utilisateurs avant lancement (Garcia et Calantone, 2002).
- Les innovations réellement nouvelles : sont celles qui, sur un niveau macro, présentent des discontinuités technologiques ou de marketing, mais pas les deux à la fois. Sur un niveau micro, elles présentent des combinaisons de discontinuités technologiques et de marketing. Il s'agit généralement de l'évolution de certaines gammes de produit, de l'enrichissement d'une gamme existante par une nouvelle technologie ou la conquête d'un nouveau marché par une nouvelle technologie (Garcia et Calantone, 2002).
- Les innovations incrémentales : sont celles qui présentent des discontinuités technologiques ou de marketing seulement sur un niveau micro. Ce sont des produits qui présentent des nouvelles fonctions ou des améliorations portées sur une technologie existante sur un marché existant (Garcia et Calantone, 2002).

Ainsi pour reconnaître la typologie d'une innovation donnée, il suffit d'observer à quel niveau de discontinuité technologique et/ou marketing elle se situe (niveau macro ou

micro). Le tableau ci-dessous contient et les combinaisons possibles et les différentes typologies d'innovation pour faciliter cette reconnaissance.

	Discontinuité Macro		Discontinuité Micro	
	Marketing	Technologie	Marketing	Technologie
Innovation Radicale	X	X	X	X
Innovation Réellement Nouvelle		X	X	X
	X		X	X
	X		X	
		X		X
Innovation Incrémentale			X	X
				X
			X	

Tableau 3. Typologies de l'innovation selon Garcia et Calantone, 2002

Cette classification est importante pour notre recherche. En effet, nous constatons que les caractéristiques des projets d'innovation changent selon ces typologies. Ainsi, une innovation radicale devra veiller à l'existence du besoin puisque l'influence est au niveau « macromarketing ». Une innovation ayant une influence micro cherche à spécifier le besoin tout en sachant que fondamentalement le besoin générique existe et a été exprimé (Ben Rejeb, 2008).

3. SYNTHÈSE DE LA PREMIÈRE PARTIE

Dans cette première partie nous avons décrit les principaux sens que le mot innovation peut avoir et nous avons révélé comment ils sont liés entre eux. Nous retiendrons que cela commence par une démarche (une volonté exprimée ou pas d'innover) qui va agir sur un champ d'action (que révèle la nature de l'innovation). Le résultat de cette action sera l'innovation qui peut être classée en types d'innovation qui à son tour, pourront être classées selon le degré d'innovation. Cet ensemble d'actions et interactions est ce qu'on appelle le processus d'innovation. La figure suivante récapitule cette description :

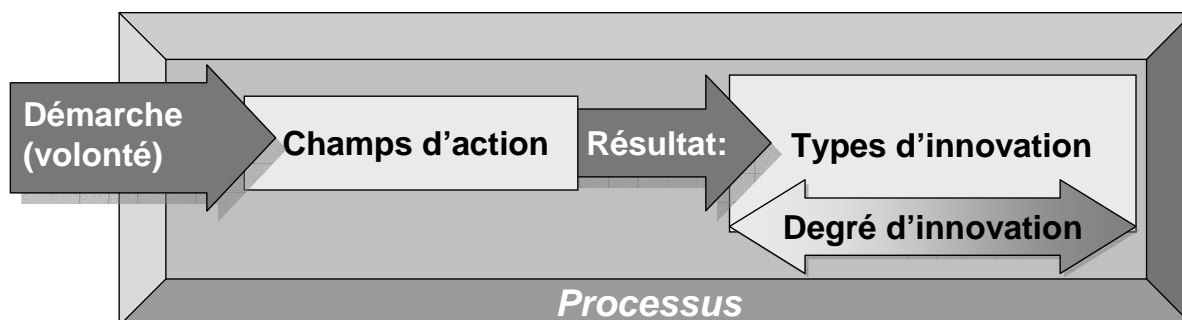


Figure 20. Synthèse des principaux sens du mot innovation

Dans le cadre de nos travaux de recherche nous sommes particulièrement intéressés aux actions et aux résultats obtenus au sein des entreprises et encore plus précisément à l'innovation portée sur des produits. Notre terrain de recherche se rapporte encore plus précisément aux biens d'équipement (tel qu'ils ont été définis dans le chapitre 1 de ce document), qui sont des produits technologiques durables.

De ce fait, dans la prochaine partie nous allons entrer dans les détails du domaine du management de l'innovation, spécifiquement au sein des entreprises. Nous commençons par situer notre positionnement de recherche par rapport à l'ingénierie de l'innovation technologique et ensuite nous allons analyser les voies d'action possibles pour optimiser le processus d'innovation.

Partie II

4. POSITIONNEMENT DE NOTRE RECHERCHE PAR RAPPORT A L'INGENIERIE DE L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE

Comme vu dans la partie précédente, l'innovation est définie par certains comme étant le processus d'introduction d'une nouveauté dans un système. Néanmoins, chaque projet innovant peut évoluer différemment et cela peut signifier une nécessité différente en termes de management.

Il faut se rappeler que l'innovation n'est pas pour l'entreprise une fin en soi, mais l'un des moyens d'atteindre ses objectifs stratégiques. Pour réussir cela il faut bien manager l'innovation technologique : voir évoluer les activités de l'entreprise et d'asseoir son développement sur la nouveauté. Prenant en compte l'aspect complexe et polymorphe de l'innovation technologique, dans ce chapitre nous cherchons à préciser les grandes caractéristiques du management requis et d'ainsi positionner notre recherche par rapport aux niveaux d'intervention de l'ingénierie de l'innovation technologique.

4.1. LES QUATRE NIVEAUX D'INTERVENTION DE L'INGENIERIE DE L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE

Les entreprises concernées par l'innovation se posent une question fondamentale : à quel niveau intervenir pour accroître les chances de réussite en matière d'innovation ? Les réponses données dans la littérature ne sont pas claires car elles ne tiennent pas compte des différents niveaux d'action des dirigeants et des cadres. Un amalgame est fait entre des efforts consentis pour mieux gérer des projets, pour mettre en œuvre des stratégies pertinentes, pour utiliser des méthodologies de conception, etc. Plus généralement, évoquer un unique processus d'innovation ne permet pas d'envisager la définition de principes de pilotage et d'action. « La conception de produit est nécessairement une discipline horizontale dans laquelle la maîtrise des points de rencontre avec des « disciples carrefours » est indispensable » (Aoussat, 1990).

Selon Boly (2008), il existe quatre niveaux d'intervention en ingénierie de l'innovation technologique, il s'agit de quatre processus différents. Ces quatre processus requièrent des modes de pilotage spécifiques, des organisations adaptées et des méthodes différentes. Non seulement ces processus se distinguent par les actions de management qu'ils imposent mais ils mobilisent généralement des acteurs différents. On notera également des différences en termes de temporalité. Certains processus seront permanents d'autres limités dans le temps. C'est la pertinence des actions entreprises à chacun de ces quatre niveaux qui fondent une dynamique durable de l'innovation. Les quatre niveaux peuvent être décrits comme suit.

▪ Niveau un : le processus objet

L'objet est l'élément innovant qui est créé par l'entreprise. Il s'agit d'une activité industrielle valorisant un produit, un service, un procédé ou toute autre forme. Son étude peut entrer dans le champ de la conception d'activité et de la technique. Il s'agit en fait du résultat de l'innovation : on peut parler d'artefact de l'innovation. En bref, toutes les actions de management de l'innovation visent à stimuler, conduire ou encore maîtriser ce processus d'évolution de l'objet. **Ceci n'est pas l'objet de notre recherche que ne s'approfondira pas sur l'étude du processus objet.** Cependant nous pouvons trouver, dans la littérature, des études qui portent sur les actions et les modes de pilotage de ce niveau spécifique, comme par exemple la théorie C/K (Hatchuel et Weil, 2003).

▪ Niveau deux : le processus projet

C'est le niveau organisationnel qui supporte des activités de conception de l'objet. Le projet a comme caractéristique principale sa durée limitée dans le temps. L'étude du projet relève naturellement du domaine de la gestion de projets, tout en précisant qu'il existe des différences notoires entre des initiatives classiques et celles qui intègrent la nouveauté. Ce niveau deux peut être décrit de manière opérationnelle comme une succession d'opérations unitaires permettant de faire naître des idées, puis de les mener jusqu'au stade de produit et

technologie définitifs. Les entreprises innovantes en mettant en œuvre un processus de niveau deux, vont donc non seulement créer des produits nouveaux mais aussi se bâtir un véritable corpus de connaissances méthodologiques. Tout en concevant des activités innovantes, elles se forgent une expérience en pilotage de projets. **Notre recherche va s'intéresser à la maîtrise de ce niveau deux, ainsi les observations réalisées sur nos cas d'étude étaient portées aussi sur une optique de compréhension du processus projet.**

▪ **Niveau trois : l'entreprise et son processus global d'innovation**

Il s'agit du niveau global de gestion du potentiel innovatif de l'entreprise. Dans les entreprises les plus innovantes, ce processus est permanent. Il consiste tout d'abord en un processus d'initiation du niveau deux. Ceci sous-entend des activités de surveillance de l'environnement puis l'identification des opportunités qui font ensuite l'objet du lancement prioritaire de projet d'études. Le niveau trois est également concerné par la supervision, la mise en cohérence des différentes initiatives. Le portefeuille de projets doit être géré. Le retour d'expérience et la capitalisation des connaissances en matière de pilotage de l'innovation sont également des éléments de niveau trois. Les entreprises innovantes enrichissent continuellement leurs pratiques de pilotage de l'innovation (savoir-faire, méthodes, équipements). Enfin, ce niveau concerne la culture interne relative aux projets innovants ainsi que la pérennisation de la dynamique d'innovation. **Le niveau trois et fortement lié au niveau deux et ensemble ils forment l'objet central de notre recherche.**

▪ **Niveau quatre : les processus cognitifs et d'apprentissage**

Le niveau quatre porte sur des processus individuels ou collectifs. A certaines périodes, chaque personne au sein de l'entreprise peut devenir un acteur du processus d'innovation. Elle jouera un rôle personnel ou contribuera à des travaux collectifs. La formation, le développement de méthodologies stimulant de nouveaux raisonnements, l'ouverture sur l'extérieur sont autant d'éléments influant ce niveau quatre. **Notre recherche ne se consacrera pas à l'étude du niveau quatre.**

Ci-dessous une figure qui résume les différents niveaux d'intervention en matière d'innovation technologique:

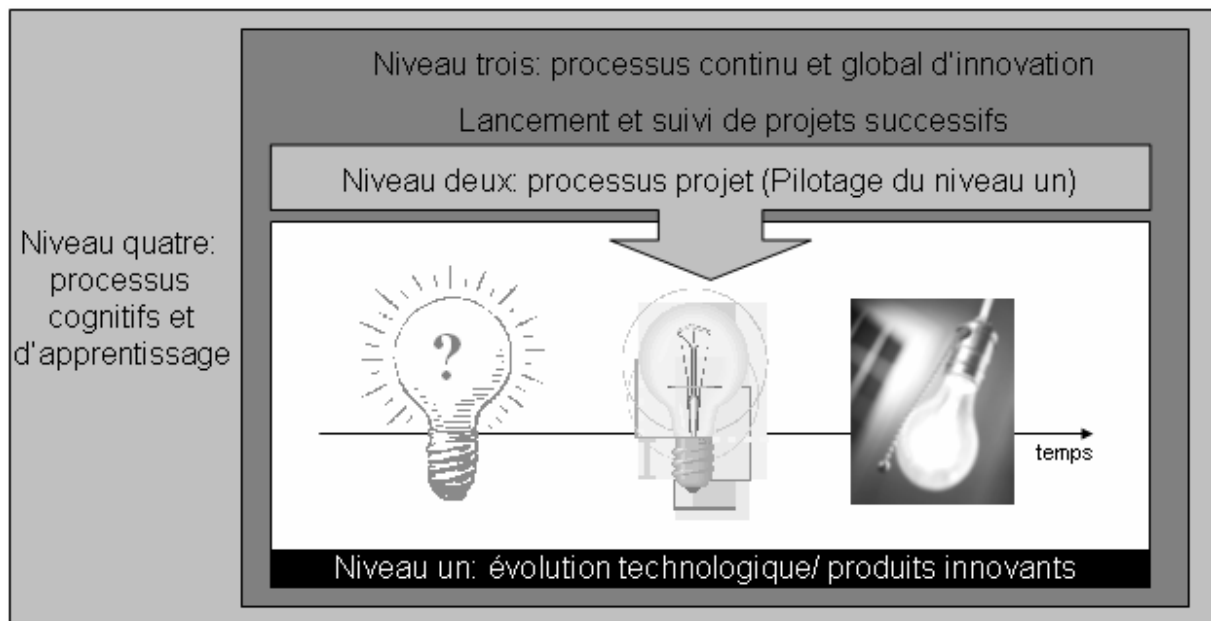


Figure 21. Les quatre niveaux d'action pour l'ingénierie de l'innovation selon Boly (2008)

Finalement, nous définissons « l'ingénierie de l'innovation technologique » comme l'ensemble d'activités ayant pour but, le management individuel des ressources humaines, le pilotage des projets et le management global de la fonction innovation de l'entreprise (dont la supervision du portefeuille de projets) en vue d'une transformation technologique et d'une création d'activité.

Comme on a pu voir, à ces quatre niveaux correspondent des enjeux temporellement différents. Pour les aborder nous ne pouvons pas uniquement aborder la gestion de projets car cela ne garantirait pas la pérennisation du processus d'innovation dans l'entreprise. Ces quatre niveaux doivent donc être abordés de manière cohérente pour réussir dans le domaine de l'innovation.

Boly (2008) suppose qu'il n'y a pas de méthode unique ou d'organisation idéale pour rendre continu le lancement de projets d'innovation. Il considère qu'il est nécessaire d'avoir une amélioration et adaptation continue des pratiques liées à la conduite de l'innovation et que ceci constitue en soi un véritable processus. Chaque projet, chaque entreprise, chaque technologie doit trouver le processus d'innovation le plus adaptée à un moment donné.

L'ingénierie de l'innovation technologique se manifeste alors comme une activité d'ajustement de l'interface projet- environnement mais aussi entreprise- environnement. C'est précisément à cet ajustement que notre recherche va s'intéresser.

Maintenant que nous avons positionné notre recherche au niveau deux et trois de l'ingénierie de l'innovation technologique proposé par Boly (2008), nous allons étudier les propositions en terme de management de l'innovation dans l'entreprise au niveau deux et trois.

5. MANAGEMENT DE L'INNOVATION

Ceux qui travaillent dans le domaine de l'innovation ne peuvent plus ignorer les enjeux et les conséquences des choix stratégiques de leur entreprise : d'abord parce qu'ils participent quotidiennement à l'élaboration des technologies qui sous-tendent ces choix, ensuite parce que l'entreprise devant innover en permanence, ils sont de plus en plus souvent impliqués dans des projets d'innovation qui sont la mise en œuvre concrète des décisions stratégiques prises.

Dans cette section nous faisons le lien entre la stratégie de l'entreprise et l'ensemble des projets d'innovation qu'elle est amenée à lancer et à mener à bien (c'est-à-dire, niveau deux et trois de management exposés dans la section précédente).

Dans la première partie de cette section nous présentons les enjeux, l'actualité et les modalités de mise en œuvre des stratégies d'entreprise basées sur l'innovation (niveau trois). Ensuite, dans une deuxième partie, nous exposerons l'importance de chaque phase d'un projet, les méthodes et les outils existants pour aider à mener à bien les projets d'innovation (niveau deux).

Ce chapitre sert de base et d'appui pour la formulation de notre problématique de recherche avant que ne soit proposée, dans le chapitre suivant, une classification en typologie des projets d'innovation mettant en valeur les modes de management spécifiques qui doivent leur être appliqués.

5.1. MANAGEMENT DU PROCESSUS GLOBAL D'INNOVATION

Dans cette partie nous présentons les caractéristiques et nous proposons une discussion à propos du management du niveau trois de Boly (2008) : l'entreprise et son processus global d'innovation.

Christensen et Overdorf (2003) ont démontré dans leur travaux de recherche que trois facteurs conditionnent ce qu'une entreprise peut ou ne peut pas faire dans le domaine de l'innovation: ses ressources, ses processus et ses valeurs. Ils affirment qu'avant de se demander dans quels types d'innovation une entreprise peut se lancer, il faut d'abord évaluer comment chacun de ces facteurs est susceptible d'affecter sa capacité d'évolution et son processus global d'innovation. C'est pourquoi nous commençons cette section par l'analyse de ces différents facteurs évoqués par Christensen et Overdorf (2003), cela nous aidera à avoir une vision plus réaliste et pragmatique des capacités engagées quand nous abordons le sujet « innovation » au sein des grandes entreprises.

Il faut savoir que les organisations ont des capacités propres, indépendantes des individus qui la composent (ces capacités définissent aussi leurs handicaps). A mesure que l'entreprise grandit, il se détermine plus précisément et de manière prévisible ce qu'elle peut faire ou non dans une entreprise donnée.

Tant qu'une entreprise est jeune, ses ressources (salariés, équipement, technologies, trésorerie, marques, fournisseurs, etc.) définissent ses forces et ses limites. A mesure qu'elle

parvient à maturité, ses capacités viennent plus de ses processus (développement de produit, fabrication, budget, etc.). Dans les grands groupes, ce sont les valeurs (par exemple celles qui déterminent ce que doit être une marge brute acceptable et quelle doit être l'importance d'une opportunité pour qu'elle devienne intéressante) qui définissent ce que l'on peut ou ne peut pas faire. Cet ensemble de ressources, processus et valeurs définit la culture de l'entreprise. Parce qu'il est plus facile d'adapter au changement les ressources que les processus, les valeurs ou encore la culture, les petites entreprises ont tendance à mieux répondre que les grandes aux principaux changements des marchés. La figure suivante résume la répartition des capacités dans une entreprise :

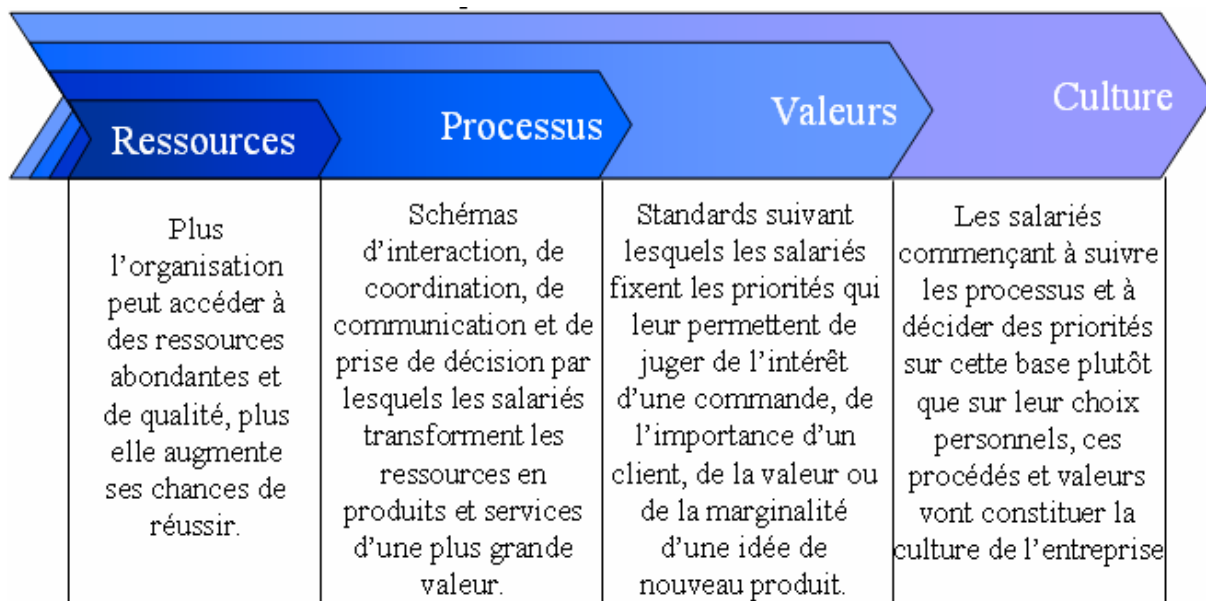


Figure 22. Répartition des capacités dans une entreprise

- **Les ressources**

Plus l'organisation peut accéder à des ressources abondantes et de qualité, plus elle augmente ses chances de réussir le changement. Les ressources peuvent être concrètes comme les salariés, l'équipement, les technologies, et la trésorerie ou bien moins concrètes comme la conception des produits, les informations, les marques, et les relations avec les fournisseurs, les distributeurs et les clients.

- **Les processus**

Par processus, nous entendons les schémas d'interaction, de coordination, de communication et de prise de décision par lesquels les salariés transforment les ressources en produits et services d'une plus grande valeur.

Il y a les processus formels, dans le sens où ils sont explicitement définis et documentés, et ceux qui sont informels : les routines ou les manières de travailler qui évoluent avec le temps (Assielou, 2008). De la même façon qu'un processus donne la capacité d'exécuter une tâche, il définit des inaptitudes à en réaliser d'autres.

Les capacités dépendent plus souvent des processus d'arrière-plan, moins visibles, qui déterminent les décisions d'investissement des ressources. Selon Christensen et Overdorf (2003), c'est dans ceux-là, principalement, que résident les handicaps les plus importants de l'entreprise.

▪ Les valeurs

Nous définissons les valeurs d'une entreprise comme étant les standards suivant lesquels les salariés fixent les priorités qui leur permettent de juger de l'intérêt d'une commande, de l'importance d'un client, de la valeur ou de la marginalité d'une idée de nouveau produit, etc.

Au plus haut niveau, ce sont souvent des décisions d'investir ou non dans de nouveaux produits, services et procédés. Plus l'entreprises deviennent grandes et complexes, plus il est important de former partout dans l'organisation les salariés à prendre des décisions indépendantes sur les priorités ; décisions qui doivent être en cohérence avec l'orientation stratégique et le modèle économique de l'entreprise (Candlot, 2006). Lorsque l'organisation est imprégnée de valeurs claires et cohérentes, on peut voir là un indice clé d'un bon management.

Mais des valeurs cohérentes et largement comprises définissent aussi ce que l'entreprise ne peut pas faire. Elles reflètent la structure de coût de l'entreprise ou son modèle économique parce qu'elles définissent les règles que ses salariés doivent suivre pour que la firme prospère. Si, par exemple, les frais généraux exigent que l'on dégage des marges brutes de 40%, alors il faut établir une valeur ou une règle de décision qu'encourage les cadres à éliminer les idées qui laissent prévoir des marges brutes inférieures à 40%. Cette entreprise ne peut en effet se permettre des projets de commercialisation visant des marchés à faibles marges (par exemple, dans le cas de Converteam, les moteurs à faible puissance), alors qu'une autre entreprise, dont les valeurs seront liées à une structure de coût très différente, pourra espérer le succès de ces mêmes projets.

Comme dans l'exemple précédent, la première valeur dicte à la firme ce que doivent être des marges brutes acceptables. A mesure que l'entreprise ajoute des caractéristiques et des fonctions à ses produits et services pour séduire des clients plus intéressants dans le haut de gamme de ses marchés, elle augmente souvent ses frais généraux. Résultat, les marges brutes qui auparavant étaient séduisantes deviennent insuffisantes.

La seconde valeur est liée à l'importance que doit avoir une opportunité pour qu'elle commence à devenir intéressante. Parce que le cours de l'action représente la valeur actuelle escomptée de ses projections de gains, la plupart des managers se sentent obligés non seulement de maintenir la croissance mais encore de la maintenir au minimum à un taux constant. Pour une entreprise de 40 millions d'euros, par exemple, une croissance de 10% signifie qu'elle devra trouver pour 4 millions d'euros d'activités nouvelles l'année suivante. Mais, si l'on veut conserver le même taux, une entreprise de 40 milliards d'euros devra, elle, gagner 4 milliards de plus. Il s'ensuit qu'une opportunité qui intéresse une petite entreprise sera beaucoup moins séduisante pour une firme plus grande. En fait, l'un des effets pervers de

la réussite est que plus les entreprises grandissent, plus elles perdent de vue les marchés petits ou émergents. Cette inaptitude n'est pas due à un changement dans les ressources de l'entreprise, elle est avant tout provoquée par une évolution des valeurs.

Le problème est amplifié quand l'entreprise s'agrandit brusquement à la suite de fusions ou d'acquisitions. Certes la fusion des départements « recherche & développement » permettra de disposer de plus de ressources pour le développement d'un nouveau produit, mais les services commerciaux auront probablement moins d'intérêt pour tout ce qui n'est pas considéré comme une « grosse affaire ». Ceci constitue un réel handicap pour la gestion de l'innovation.

▪ **La culture**

Comme nous l'avons déjà dit, la culture de l'entreprise est créée à partir de ensemble de ressources, processus et valeurs de l'entreprise.

A partir de la description des capacités nous pouvons en déduire qu'aux premiers stades d'une organisation, une grande partie de ce qu'elle réalise est imputable à ses ressources (aux individus notamment). L'arrivée ou le départ de personnes clés peut avoir une influence profonde sur son succès. Avec le temps, toutefois, la répartition des capacités de l'organisation se déplace vers les processus et les valeurs. A mesure que les tâches à traiter deviennent récurrentes, les processus se définissent, et à mesure que le modèle économique et que la priorité sur les types d'activité à investir sont définis, les valeurs prennent forme.

Dans les entreprises performantes arrivées à maturité, les collaborateurs commencent à suivre les processus et à décider les priorités par rapport à la stratégie en place plutôt que leur choix personnels, ces procédés et valeurs vont constituer la culture de l'entreprise. A mesure que les entreprises grossissent, la difficulté d'amener l'ensemble du personnel à reconnaître ce qui doit être fait, et comment, devient importante. La culture est un outil de management très efficace dans une telle situation, elle permet aux collaborateurs d'agir de manière autonome mais cohérente.

Nous concluons que les facteurs qui définissent les capacités et les handicaps d'une entreprise évoluent dans le temps : ils commencent au niveau des ressources, puis à celui des processus et des valeurs, pour se situer finalement à celui de la culture. Il est important que les entreprises concernées par le management global du processus d'innovation aient une vision claire de ses capacités pour qu'elles puissent prévoir des actions qui impacteront réellement son succès. Il est important d'agir au bon niveau : celui des ressources, des processus, des valeurs ou, plus radicalement, celui de la culture.

Christensen et Overdorf (2003) expliquent que, par exemple, quand les capacités d'une entreprise résident dans ses processus et que les nouveaux défis requièrent de nouveaux processus, les dirigeants doivent extraire du quotidien de l'organisation les personnes adéquates et tracer une frontière autour de la nouvelle équipe. Souvent, en effet, les frontières organisationnelles ont été définies en leur temps pour faciliter l'exécution des processus

existants, et elles empêchent d'en créer de nouveaux. Ces frontières spécialement tracées favoriseront les nouveaux schémas de collaboration qui finalement s'agrègeront en nouveaux processus.

En résumé, les dirigeants dont l'entreprise est amenée à manager le processus global d'innovation doivent d'abord analyser s'ils ont les ressources nécessaires pour réussir. Ensuite ils doivent analyser si l'entreprise dispose des processus et des valeurs dont elle a besoin pour réussir dans le management du processus d'innovation. La culture sera la conséquence d'un bon management des autres paramètres (ressources, processus, valeurs).

En ce que concerne le management des capacités des entreprises pour le management du processus global d'innovation, malheureusement, la plupart des entreprises n'ont pas de stratégie d'organisation et mettent en place des équipes insuffisamment autonomes pour manager les capacités.

Le niveau suivant d'action se situera au plan du management des projets. A ce niveau l'approche clé pour réagir à un projet d'innovation est de trouver le type d'équipe apte à travailler au projet et quelle structure organisationnelle cette équipe aura besoin. Cependant une majorité d'entreprises réagissent et managent de la même façon tous les projets d'innovation quel que soit le projet et sa taille. Cet à ce sujet que nous allons nous intéresser dans le paragraphe suivant.

5.2. MANAGEMENT DU PROCESSUS PROJET

« La gestion de projet est un premier acquis du management de l'innovation. A partir du moment, en effet, où on a pensé le lancement d'un nouveau produit comme un projet, on a pu définir un résultat à atteindre, un phasage, un découpage en tâches : ainsi les temps de mise sur le marché ont été réduits, les coûts de développement ont été contrôlés, un meilleur niveau de qualité du produit a été atteint. » (Romon, 2003). Nous commençons cette section par cette affirmation de Romon (2003) qu'explicite l'importance de l'organisation et du management de l'innovation en projets.

Il existe une vision simplifiée de l'organisation des projets d'innovation présentée souvent de façon linéaire, comme reliant en amont la recherche et en aval la commercialisation, en passant par le développement et la production.

Dans cette représentation linéaire, le processus d'innovation naît aussi bien des influx partant de la R&D vers la production et le marché, le « technical push », qu'à l'inverse, de ceux provenant du marché vers la production et la R&D, le « market pull ». L'importance relative des deux flux est variable, mais la combinaison des deux est nécessaire au succès de l'innovation (Giget, 2007).

La bonne combinaison entre le marketing d'un côté et la R&D de l'autre impacte directement le succès du projet d'innovation. Un projet piloté seul par la R&D peut finir par être ce que l'on appelle un « succès technologique, échec commercial ». De l'autre côté le pilotage de l'innovation par le seul marketing et par l'indicateur des parts de marchés peut également entraîner un suivisme des entreprises les unes par rapport aux autres, avec

prédominance des « me too » (moi aussi) par rapport aux « me first » (moi en premier). Dans ce dernier cas la prise de risque est faible et l'entreprise se positionne sur les nouveaux segments de marché dès qu'ils ont été ouverts par d'autres, elle fait des copies des produits nouveaux conçus par les leaders, en essayant d'apporter un plus (on parle alors de « me better » : je fais mieux).

Nous savons que chaque étape du projet d'innovation requiert des compétences spécifiques : bonne maîtrise de la science pour la recherche, du marketing pour l'adaptation du produit au besoin du marché, de la technique pour le développement, de l'ingénierie pour la production, de la commercialisation pour la vente, de la logistique pour la distribution, de l'organisation et de la gestion pour l'ensemble du processus (Giget, 2007). Toutes ces compétences, sauf cas rarissime, ont peu de chance d'être rassemblées dans une même personne, dans un même service, voire dans une même entreprise. De plus, ces étapes se recouvrent fortement. Il ne suffit pas de repasser le projet d'un service à un autre au fur et à mesure qu'il évolue. C'est au sujet de ces transitions et de l'organisation du pilotage des projets d'innovation que nous allons nous intéresser dans la suite.

5.2.1. LA VISION SIMPLISTE : « MARKET PULL » VERSUS « TECHNOLOGY PUSH »

Pendant une certaine période plusieurs entreprises basaient leur stratégie sur le fait que l'opportunité de marché pouvait se reposer soit sur l'innovation technique soit sur la demande des clients. Nous jugeons nécessaire de décrire plus précisément ces deux approches qui sont encore adoptées par certaines entreprises.

Ce raisonnement nous mène à nous intéresser à la controverse théorique qui existe (Atuahene-Gima, 1996) entre les tenants de l'approche « Techno Push » (Guerin et Merunka, 2000), ou encore « Innovation Push » (Wickham, 2004), et ceux de l'approche « Market Pull ». Von Hippel (1999) a fait une proposition intéressante à propos de cette controverse : il dit que les tenants de la première approche cherchent un bénéfice résultant de la fabrication et de la vente de la nouvelle offre, alors que les tenants de la seconde cherchent un bénéfice résultant de son usage. Iselin (2009) affirme que la question consiste à déterminer si une entreprise est plus efficace en écoutant en priorité ses ingénieurs ou ses commerciaux. Cette controverse rejoint une autre sur un plan plus théorique. Si on élargit la caractéristique du « Techno Push » à toutes les ressources de l'entreprise, on aboutit d'un côté aux tenants de la théorie des ressources, selon lesquels la compétitivité de l'entreprise provient essentiellement de facteurs endogènes. A l'inverse, l'approche « Market Pull » rejoint ceux qui, comme Michael Porter (1985), pensent que les facteurs de compétitivité d'une entreprise sont principalement exogènes. Le principe d'organisation des deux approches est illustré dans la figure suivante.

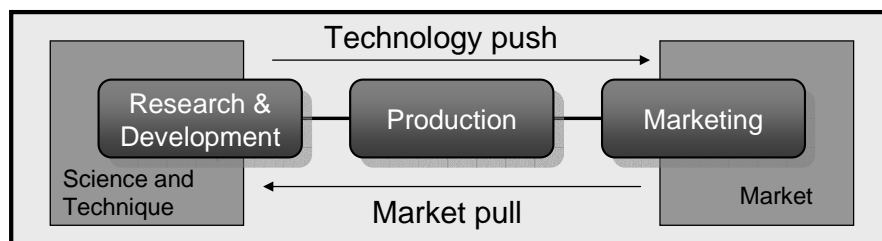


Figure 23. L'approche « Techno Push » et « Market Pull »

▪ **L'approche « Techno Push » (ou « Innovation Push »)**

Dans le processus « techno-push », l'utilisateur n'a pas la place centrale, « l'idée de départ est développée par le bureau R&D de la société, puis il y a création d'un prototype, suivie par la mise en production pour mettre le produit sur le marché. » (Soudoplatoff, 2006). Cette approche consiste à considérer la technologie comme le vecteur principal de création de valeur. C'est notamment le cas lorsqu'une entreprise a une forte culture d'ingénieurs, et/ou lorsqu'elle est un acteur nettement dominant. Il est alors courant que l'opinion du client ne soit prise en compte qu'au moment de la commercialisation effective (Bower et Christensen, 1995), voire pas du tout dans 50 % des cas (Allen et al., 2006).

Si certains auteurs et beaucoup de managers privilégient l'approche « Techno Push », c'est parce que pour eux le marketing ne peut pas intégrer et prévoir les conséquences des innovations technologiques de rupture. Une célèbre phrase de Henry Ford illustre bien cette approche: « si je n'avais écouté que mes clients, j'aurais inventé un cheval plus rapide ». Cependant, beaucoup d'entreprises rencontrent des difficultés à utiliser l'innovation technologique pour créer de la valeur (Iselin, 2009).

La R&D est souvent considérée comme un bon moyen de maintenir une éventuelle avance sur les concurrents. Abernathy et Clark (1985) affirment que la technologie devrait être qu'un moyen au service de l'innovation stratégique. Selon Moore (1998) c'est plus une question de phasage, il soutient qu'il est naturel qu'une innovation technologique commence par une phase clairement « Techno Push », pendant laquelle les uniques clients seront constitués « d'early adopters », que le entreprise aura identifié et fera réagir à son innovation.

Si la technologie peut être un facteur important de la compétitivité des entreprises, elle n'est pas le seul. Des entreprises ont constaté que son orientation essentiellement technologique ne lui permettait pas d'identifier des besoins latents (Von Hippel, 1999). La figure suivante illustre l'organisation du processus projet selon l'approche « Techno Push ».

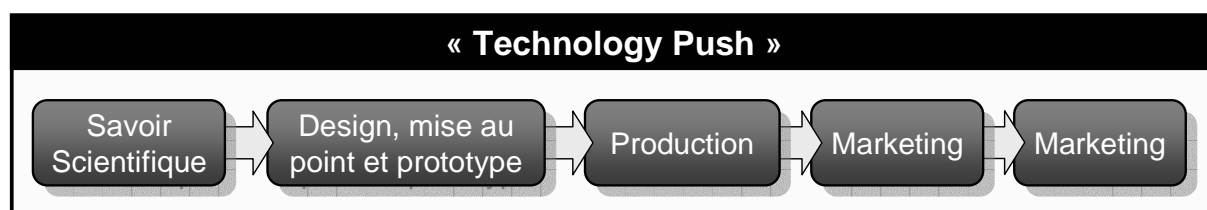


Figure 24. L'approche « Techno Push » (ou « Innovation Push »)

▪ L'approche « Market Pull »

A l'inverse du « Techno Push », le « market pull », ou « orientation marché », consiste à mettre en place une organisation entièrement tournée vers les clients, qui analyse en permanence les évolutions des marchés pour détecter de nouvelles opportunités, afin de construire pour (ou avec) les clients des offres adaptées à leurs besoins et désirs (Musso et al., 2007).

L'impact de l'innovation technologique sur le potentiel de création de valeur est avéré, mais les réussites les plus spectaculaires des entreprises sont dues essentiellement à des projets de type « Market Pull » (Iselin, 2009). Pour Von Hippel (1986), le paradigme « Techno Push » correspond aux études et à la commercialisation envers une population de « Lead users », mais c'est une approche par les clients qu'il faut privilégier avant ce stade, car ils sont à l'origine même des idées innovantes, le vendeur se transformant, pour un temps, en fournisseur de prototypes. Viardot (1992), Fayolle (2004), Wickham (2004) et Santi et Padiou (2005) considèrent la technologie comme une condition nécessaire mais non suffisante à la réussite.

La controverse qui existe quant à l'intérêt de l'approche « Market Pull » est que certains auteurs considèrent qu'elle conduit à limiter les risques en collant aux besoins exprimés des clients et non aux besoins latents (qui sont les seuls à pouvoir inspirer des innovations de rupture). De ce fait, les clients conduisent naturellement les fournisseurs à des offres insuffisamment différenciées (Hayes et Abernathy, 1980). D'autres auteurs pensent que l'orientation vers les clients réduit le risque d'incompatibilité et favorise de fait l'adoption d'offres innovantes (Atuahene-Gima, 1996).

Une entreprise orientée « marché » est celle qui cherche à comprendre les besoins exprimés et latents de ses clients (Slater et Narver, 1999). Ainsi, il faudra que le manager parvienne à ne plus être au service de sa technologie, mais mettre sa technologie au service de ses clients. Ainsi, de nombreux auteurs soutiennent que le client est à la base du processus de création de valeur par l'innovation (Karakaya et Kobu, 1994 ; Cravens et al., 1998 ; Slywotzky, 1998 ; Markides, 1999 ; Amit et Zott, 2001 ; Govindarajan et Gupta, 2001 ; Sandberg, 2002 ; Kim et Mauborgne, 2005 ; Anderson et al., 2006).

Il faut aussi prendre en compte le fait que dans certains cas, l'approche « Market pull » soit sans intérêt, voire contreproductive (Bower et Christensen, 1995 ; Vitale et al., 2003). Ce recul est également prôné par Slater et Narver (1999), qui font une distinction entre « Customer-led » et « Market oriented », entre la recherche de la satisfaction actuelle et future des clients, les deux approches devant être concomitantes. La figure suivante illustre l'organisation du processus projet selon l'approche « Market Pull ».

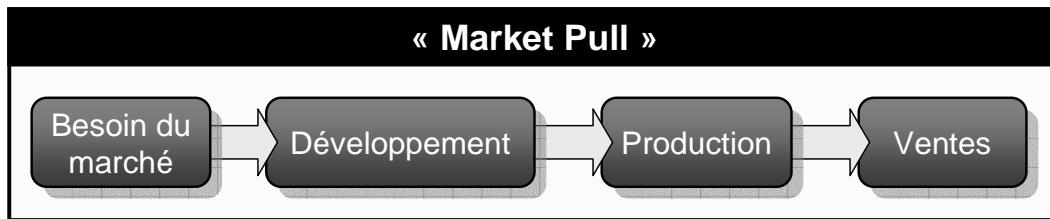


Figure 25. L'approche « Market Pull »

▪ **Synthèse**

La question de l'efficacité de l'approche « Techno Push » par rapport à celle orientée « Market Pull », consiste à déterminer si une entreprise est plus efficace en s'appuyant en priorité sur la technique ou sur les marketing. Dans le tableau suivant nous faisons un récapitulatif des avantages et inconvénients des deux approches.

	Avantages	Inconvénients
Techno Push	<ul style="list-style-type: none"> -Basé sur les résultats des travaux obtenus par le département R&D des entreprises. -Permet d'introduire des innovations techniques qui ne seraient jamais apparues par des méthodes «market pull » puisque l'utilisateur ne peut en avoir connaissance, et donc en exprimer le souhait. -Convient plus aux innovations de rupture, en leur permettant d'accéder à un marché. Ce processus permet la création de nouvelles activités et de nouveaux usages permis par l'introduction d'une innovation. 	<ul style="list-style-type: none"> -Soudoplatoff (2006), reproche à cette démarche de suivre un processus très linéaire : « l'idée de départ est développée par le bureau R&D de la société, puis il y a création d'un prototype, suivie par la mise en production pour mettre le produit sur le marché.» -Procédé très long à mettre en place, pouvant aller jusqu'à plusieurs années, or les clients changent beaucoup plus rapidement d'avis, ce qui tend à faire penser qu'il est de plus en plus difficile de garantir un succès commercial à une innovation issue du « techno-push ».
Market Pull	<ul style="list-style-type: none"> -Les besoins des utilisateurs sont la base de la conception, ce qui est censé garantir d'un échec commercial. -Permet d'avoir des cycles de conception plus courts, de mieux coller aux besoins des utilisateurs et de faire que les consommateurs soient plus satisfaits et donc achètent plus (Soudoplatoff, 2006). 	<ul style="list-style-type: none"> -Lorsque qu'un processus d'innovation démarre, les besoins sont rarement donnés, car ils sont souvent inconnus en début de processus, et ils évoluent en même temps que l'objet technique qui est censé y répondre » (Divry et Jollivet, 2003) Ce qui diminue les avantages liés à l'implication des utilisateurs en amont de la conception.

Tableau 4. L'approche « Techno Push » vs. « Market Pull »

Cette discussion et les controverses nous conduisent à réfléchir à une approche combinée entre « Techno Push » et « Market Pull ». Dans la suite de ce document nous allons examiner comment une telle combinaison peut être construite.

5.2.2. LA VISION INTEGREE : LE TRIANGLE DE L'INNOVATION TECHNIQUE

Le point de démarrage pour créer une stratégie d'innovation dans une entreprise est de comprendre la dynamique des changements et d'élaborer une bonne capacité de réaction. L'avantage concurrentiel vient de la capacité d'une compagnie de rassembler et traiter de l'information et de répondre rapidement avec un produit adéquat (Mroz, 1998). Pour ce faire,

les éléments de la connaissance appartenant à chaque fonction doivent être liés par des transactions et coopération entre les fonctions.

D'après les experts théoriques préconisant la liaison de l'orientation de l'innovation au marché, la rationalité de l'orientation de l'innovation est donnée par la capacité de la technologie de créer un marché et conséquemment un client (Berthon et al., 1999).

Bien que la représentation linéaire du processus d'innovation permette d'identifier les rapports entre le monde de la technique et celui du marketing, elle donne une vision insuffisante des relations internes à l'entreprise, nécessaires au processus d'innovation. Selon Giget (2007) la créativité de l'entreprise réside dans sa capacité à réaliser une double synthèse : rechercher des applications possibles des technologies maîtrisées au niveau des produits et des marchés et, à l'inverse, recherche des solutions technologiques pour répondre aux besoins décelés sur le marché. D'où l'importance d'un axe d'échange direct entre les fonctions R&D et commercial/marketing pendant le développement d'un projet d'innovation. Le marketing apporte la connaissance des besoins du marché et du contexte d'utilisation, qui sont indispensables et à prendre en compte dès la phase de conception.

Il faut analyser trois éléments fondamentaux et irréductibles quand on veut étudier le processus de développement des projets d'innovation : les compétences scientifiques et techniques, ou R&D ; les compétences de production et les compétences commerciales et marketing.

Même si l'idée initiale ou l'invention naît le plus souvent au niveau d'un des trois pôles de compétences, l'innovation naît de la relation entre ces compétences et non pas au niveau de chacune d'elles. Ces trois axes de relation que Giget (2007) a appelé triangle de l'innovation technique est illustré sur la figure ci-dessous.

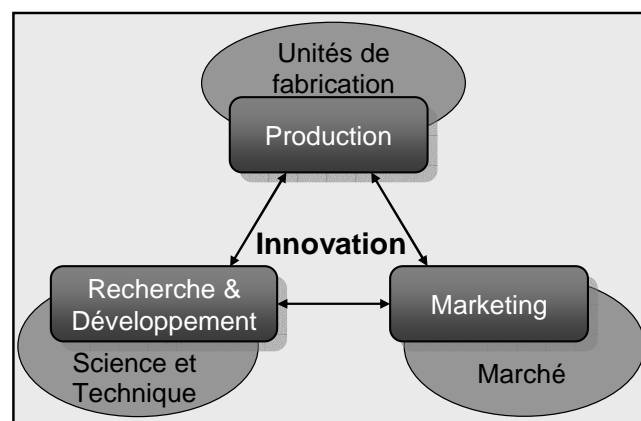


Figure 26. Le triangle de l'innovation technique

La recherche sur la connexion entre les trois fonctions R&D, marketing et production est au centre de plusieurs études portées sur les interactions interfonctionnelles (Ruekert et Walker, 1987 ; Song et Montoya-weiss, 1997 ; Ottum et Moore, 1997). Nous savons que si des axes de relations bilatérales directes sont nécessaires, et qu'ils constituent le moteur du processus d'innovations, ils ne sont généralement pas suffisants. En effet, si la coopération

entre le marketing/vente et la R&D structure une démarche d'innovation, elle est bien loin d'être exclusive car la relation à la production est également déterminante. Il faudra bien produire, et il est souhaitable que la question de la fabrication intervienne le plus tôt possible dans le processus de conception.

Dans notre contexte de recherche, et d'après la problématique industrielle formulée dans le chapitre précédant, le rôle de l'interaction entre la R&D et le marketing s'est avéré le plus complexe à manager. Nous avons conclu que l'approximation de la connaissance du marché aux critères techniques signifie la réinterprétation du rôle du marketing, un basculement de la fin du cycle d'innovation (développement du produit) vers un rôle plus global intégré au processus de développement entier. La connaissance marketing en aval, qui signifie la promotion et le support aux ventes est remplacée par la connaissance marketing en amont, qui signifie un processus marketing intégré (Mroz, 1998).

Etant donnée l'importance, les difficultés et le manque d'intégration entre la R&D et le marketing pendant le processus de développement des projets d'innovation dans le contexte de notre problématique industrielle, nous allons nous intéresser plus particulièrement à cette relation.

5.2.3. LE ROLE DE L'INTERFACE R&D ET MARKETING DANS LE DEVELOPPEMENT D'UN NOUVEAU PRODUIT

La problématique du management de l'interface R&D/marketing a été initialement soulignée dans les années 80 et depuis cela elle a été considérée comme l'un des facteurs clés de succès des entreprises (Griffin et Hauser, 1996). Puisque l'efficacité des efforts faits pour garantir le succès ne dépend pas seulement d'un groupe ou d'une fonction, mais de l'interaction de leurs connaissances, les chercheurs voient la gestion efficace de l'intégration interfonctionnelle comme un facteur décisif pour la réduction des risques liés au développement de nouveaux produits.

Le traitement de l'information est la dimension centrale de l'interface entre la R&D et le marketing. Les équipes de développement des nouveaux produits sont en fait les sous-systèmes de traitement de l'information de l'organisation (Moenaert et al., 1994). Cependant, le rapport des intérêts du groupe peut mener à des conflits et gêner l'échange des connaissances à cause de la concurrence entre les deux fonctions. Le processus de développement des nouveaux produits est entrelacé par les conflits de intérêt/exécution et la quête des positions par des acteurs (Marham, 1998 ; Maute et Locander, 1994), donc l'intégration au juste niveau entre les deux champs pendant le processus de développement déterminera non seulement la performance du nouveau produit, mais peut favoriser l'équilibre parmi les répartitions des pouvoirs (Jin, 2001).

Nous pouvons caractériser les facteurs influençant l'interaction entre ces deux fonctions (R&D et marketing) en étant des facteurs exogènes et endogènes à l'entreprise (Petruska, 2004). Les facteurs environnementaux externes (exogènes) sont liés à l'incertitude environnementale perçue, comme par exemple:

- Les changements des besoins du consommateur : Les besoins grandissants du consommateur influencent le développement de nouveaux produits de deux manières. Des attentes plus grandes de la part du consommateur renforcent la compétence du processus de connaissance du marché et augmentent de cette façon le besoin d'intégration entre la R&D et le marketing (Gupta et al., 1986 ; Griffin et Hauser, 1996 ; Li et Calantone, 1998). En même temps, il a également été montré que des attentes plus grandes de la part du consommateur peuvent influencer le succès du produit également par l'intensité de l'opération de la R&D (Li et Calantone, 1998).
- Les changements de technologie : Il y a un consensus que la vitesse des évolutions technologiques, les cycles de vie technologiques plus courts augmentent l'incertitude technique liée au projet (Moore, 2005). De cette façon, un haut niveau d'intégration entre la R&D et le marketing est nécessaire (Gupta et al., 1986 ; Griffin et Hauser, 1996). Les opinions à propos de l'impact des évolutions technologiques sur l'acquisition d'informations du consommateur sont tout à fait contradictoires. Tandis que quelques chercheurs disent que les évolutions technologiques rapides stimulent la connaissance des attentes du consommateur (Li et Calantone, 1998), d'autres soulignent que si la technologie se développe rapidement, les informations fournies par les consommateurs peuvent perdre leur valeur.
- L'intensité de concurrence : Les études empiriques dans le domaine de l'innovation ont fourni une base aux hypothèses des chercheurs comme quoi une forte concurrence augmente l'importance d'avoir et d'utiliser la connaissance des concurrents dans les processus d'innovation (Han et al., 1998) et dans le développement de nouveaux produits (Li et Calantone, 1998). Des études empiriques ont également indiqué que, plus le cycle de vie du produit est court, plus les activités d'observation des concurrents pendant le développement du produit sont intensives. Selon les chercheurs, la raison est que la surveillance attentive des concurrents permet d'estimer en avance si l'occasion créée par la technologie naissante apporte un avantage dans le développement de nouveaux produits (Li et Calantone, 1998). La conclusion de la recherche susmentionnée est que les informations sur les compétiteurs dans le cadre d'une concurrence intensive jouent un rôle important dans les décisions prises pendant le développement de nouveaux produits, ce qui augmente la dépendance du marketing et de la R&D à l'égard des données entrées.
- Le caractère de l'environnement concurrentiel : Cela influence également le rôle de l'intégration. Sur des marchés où plusieurs facteurs critiques de concurrence sont présents, il y a une plus grande possibilité de combiner les différents éléments de la connaissance dans le domaine de la technique et du marketing. R&D et marketing peuvent se soutenir de manière significative

dans le développement d'une différenciation avantageuse, ainsi la gestion de cette interface peut avoir un rôle important dans le développement de nouveaux produits. Si aucune différenciation ne peut être atteinte sur un marché, le rôle de l'interface peut être limité à mettre en valeur des critères de coût et rentabilité, ou encore la relation de la R&D et de la production sera plus décisive dans le triangle de l'innovation technique. Dans le même sens, des recherches portées sur les relations entre l'environnement externe et l'intégration interfonctionnelle conviennent qu'une forte incertitude environnementale (liées au marché et à la technologique)- exige une plus grande intégration de la R&D/marketing (Gupta et al., 1986 ; Ruekert et Walker, 1987 ; Han et al., 1998 ; Souder et Song, 1998).

D'un autre côté, nous trouvons des facteurs plus endogènes, liés à l'entreprise, comme par exemple :

- L'orientation organisationnelle : Des recherches empiriques ont prouvé que, plus le top management est conscient de l'importance de bien connaître le marché, plus le lien entre la R&D et le marketing est fort dans le processus de développement (Li et Calantone, 1998). Les fonctions s'approximent de plus en plus pendant le processus organisationnel et manageriel dans les entreprises dont le business est orienté besoin du client, et des équipes de travail multifonctionnelles favorisent l'intégration des éléments marketing et de connaissances techniques. D'une autre part, un isolement organisationnel du marketing et de la R&D est observé dans des entreprises fortement orientées technologie, où le top management et la R&D supportent l'idée que la concentration sur la technologie dans le processus d'innovation est plus importante que l'intégration des informations sur les besoins de client (Gima Et Kwaku, 2000).
- Les choix stratégiques de l'entreprise :
 - Les entreprises poursuivant la stratégie de premier sur le marché (« first-to-market ») cherchent à être le leader sur le marché en se basant sur des avantages technologiques. Les risques liés au marché et à la technique sont très élevés quand cette stratégie est employée, des informations permettant la prévision des tendances du marché et une vision technologique sont tout les deux indispensables pour le succès. La R&D et le marketing sont considérablement interdépendants quand l'intégration a un niveau élevé. C'est un fait empiriquement prouvé que le management des entreprises prospères a un niveau d'intégration plus haut que les entreprises qui restent dans la défensive ayant un niveau plus bas de l'innovation (Gupta et al., 1986). Dans le cas d'entreprises défensives, l'importance de l'échange entre les fonctions est liée à la vitesse avec laquelle ces échanges se font.

- Les entreprises pionnières dans le marché (« early-to-market ») visent l'amélioration orientée aux applications des innovations déjà introduites au marché, des solutions technologiques. Elles sont des innovations matures ; donc l'expérience existante réduit l'incertitude technique (technologique). Le positionnement sur le marché, cependant, n'est pas encore établi, le développement de l'avantage concurrentiel maintient les frais de la R&D et du marketing à un niveau élevé. Le besoin d'une réponse rapide dans le choix et l'intégration de la technologie, et l'importance des informations à propos des marchés et des concurrents pour créer une différenciation requièrent une intégration de la connaissance.
- Les entreprises adoptant la stratégie d'une insertion tardive sur le marché (« late-to-market ») souvent copient des produits qui ont déjà du succès sur le marché en le concevant à des coûts moindres. Un facteur critique d'employer une stratégie ayant un faible risque lié au marché et à la technique est le prix. L'interdépendance entre les fonctions R&D et marketing est légère dans ce type d'entreprise, principalement car elles ont très peu de savoir-faire propre.

Au niveau de l'interface dans différents projets, le niveau et le type d'intégration nécessaires sont également différents. Généralement il est soutenu qu'une incertitude plus élevée rend nécessaire une intégration plus forte entre la R&D et le marketing (Ruekert et Walker, 1987 ; Griffin et Hauser, 1996 ; Tang, 1998 ; Souder et Song, 1998 ; Gima Et Kwaku, 2000 ; Jin, 2001 ; Gomes et al., 2003).

Nous constatons que le besoin d'intégration est aussi différent au cours des étapes données du processus de développement de nouveaux produits. L'utilisation du potentiel de synergie entre la R&D et le marketing est nécessaire principalement dans la phase initiale du développement de nouveaux produits (génération et sélection d'idées, développement et test des concepts de produits). Plus tard, l'intégration est moins critique pour le succès, puis la relation entre la R&D et la production a un plus grande poids (Griffin et Hauser, 1996 ; Gupta et Souder, 1998). Dans la période de la mise au marché, le rôle d'une intelligence marketing est décisif.

6. SYNTHÈSE DE LA DEUXIÈME PARTIE

Dans cette deuxième partie nous avons positionné notre recherche au niveau du management global de l'innovation et au niveau du processus projet (niveaux d'intervention dans l'ingénierie de l'innovation technologique). A partir de là, nous avons étudié la répartition des capacités dans une entreprise en ce que concerne le management global de l'innovation. Nous avons conclu que c'est l'ensemble de ressources, processus, valeurs et culture de l'entreprise qui définit ses capacités et ses limites et encore que les entreprises

auront des capacités et des limites différentes selon leur maturité. Cette répartition des capacités n'est pas encore analysée par une majorité des entreprises et bien la connaître est pourtant fondamental quand l'on veut lancer des projets d'innovation.

Au niveau du processus projet nous avons voulu présenter un comparatif des approches « market pull » et « techno push » qui sont encore très utilisées actuellement. Cette analyse nous a amené à conclure qu'une approche du développement de nouveaux produits plus intégrée est plus efficace. Cette approche propose une intégration entre la R&D, le marketing et la production dans le pilotage des projets d'innovation. D'après la problématique industrielle formulée dans le chapitre précédent, nous avons choisi d'approfondir l'analyse de l'interaction entre les fonctions marketing et R&D. Cela nous a conduit à étudier le rôle de l'interface R&D et marketing dans le développement d'un nouveau produit. Notre conclusion est que l'intégration au juste niveau entre les deux champs pendant le processus de développement déterminera non seulement la performance du nouveau produit, mais peut favoriser l'équilibre parmi les répartitions des pouvoirs. Quelques questions nous interpellent : Comment savoir quel est le juste niveau d'intégration entre les deux champs ? Est-ce que le juste niveau d'intégration sera le même dans différents projets d'innovation dans une même entreprise?

Ces questions avec les réflexions menées dans cette deuxième partie nous guident vers la formulation de notre problématique de recherche qui est présentée ci-après.

7. PROBLEMATIQUE DE RECHERCHE

Dans ce chapitre, nous avons analysé la littérature correspondante à notre étude, à savoir le contexte de développement de produits innovants (plus précisément des biens d'équipement). Le contexte à l'origine de notre recherche, qui est également celui de son application, reste celui des entreprises exerçant une activité innovante dans le domaine des biens d'équipement.

Nous avons également présenté les caractéristiques du processus d'innovation, à savoir le processus global de management de l'innovation et le processus projet. Nous avons vu qu'un processus d'innovation itératif, avec des phases de validation et d'étude successives et un engagement progressif de l'entreprise, peut diminuer les incertitudes. Ceci justifie notre choix d'utiliser le modèle Stage-Gate System couplé avec l'entonnoir de l'innovation comme référence dans nos recherches.

Nous avons aussi précisé notre intérêt d'étudier ce que l'on a appelé le management du processus global d'innovation, qui affecte directement le processus projet. Dans la deuxième partie de ce chapitre, nous avons guidé nos réflexions à travers l'analyse des capacités des entreprises pour innover, jusqu'au comparatif entre les approches de pilotage du processus d'innovation (« market pull », « techno push » et triangle de l'innovation).

En résumé, jusqu'à maintenant nous avons présenté différentes notions relatives à l'innovation technologique et à son management. Nous pouvons conclure que si l'intégration du meilleur état des connaissances constitue un défi de premier ordre pour les entreprises, cette maîtrise technologique ne constitue pas un objectif en soi. L'objectif est d'améliorer l'offre de l'entreprise pour mieux servir ses clients et en séduire des nouveaux. Les technologies sont les outils permettant cette amélioration, encore faut-il qu'elles soient au service d'objectifs bien identifiés.

Nous constatons qu'identifier les objectifs, clarifier les attentes dès les phases amont du processus d'innovation représentent un enjeu important pour la réussite du produit. Ce constat est le point de départ de notre réflexion et nous aide à formuler notre problématique de recherche. Il nous a alors semblé opportun de mener une recherche de type constructiviste et d'alimenter notre problématique au fur et à mesure de l'avancement de notre bibliographie, de nos lectures, de nos confrontations avec le terrain et surtout des discussions que nous avons eues avec les acteurs industriels (voir méthodologie de recherche, chapitre 1).

Nous pouvons dire que notre question de recherche initiale a été inspirée de notre problématique industrielle (chapitre 2) et portait sur les moyens à mettre en place pour réduire l'incertitude qui englobe le processus de développement de produits nouveaux et augmenter ainsi ses chances de succès. Un premier centrage nous a permis de nous intéresser aux facteurs identifiés comme étant les plus influents sur la réussite des nouveaux produits. La formalisation des objectifs et l'adaptation de la conduite des projets par « type de projet » a très vite attiré notre attention. Ce constat fut vite établi sur l'imprécision de la segmentation des projets d'innovation en catégories et les limites des méthodes d'évaluation développées jusqu'à présent. Ce constat nous a permis de focaliser notre recherche sur les objectifs et les attentes que les entreprises portent sur les différents projets d'innovation.

En outre, au cours de notre recherche nous avons constaté qu'adapter la façon de conduire les projets d'innovation en fonction de leurs « typologies » pourrait apporter une amélioration au processus et notamment à une meilleure intégration interfonctionnelle (notamment entre la R&D et le marketing). Notre volonté est d'avoir une meilleure compréhension du processus d'innovation et du contexte dans lequel elle se produit pour pouvoir suggérer une classification des projets d'innovation adaptée à la réalité des équipes de développement. L'importance de pouvoir piloter correctement les projets d'innovation est justifiée par le fait que le mode de création et de lancement d'une nouvelle activité a des conséquences immédiates et à long terme sur la rentabilité des entreprises.

Nous prenons en compte qu'il est impossible de prévoir à l'avance la forme que prendra finalement l'innovation, lui conférant ainsi un caractère incertain (Krawtchenko, 2004). Cette difficulté de compréhension de l'innovation se traduit également par le fait que l'ensemble des savoirs nécessaires à l'innovation n'est pas présent au départ puisqu'il y a nouveauté. Notre hypothèse est que une segmentation des projets d'innovation pourrait aider à identifier plus en amont les savoirs nécessaires au pilotage des projets d'innovation.

Dans le but d'aider à surmonter les difficultés et incertitudes liées à l'innovation, nous cherchons à répondre à la question suivante:

Est-il possible de catégoriser les projets d'innovations de façon à concevoir un processus adapté à chaque catégorie et d'ainsi faciliter la gestion de portefeuille de projets?

Notre première hypothèse est qu'une segmentation de projets en différentes catégories permet d'analyser et positionner les projets les uns par rapport aux autres. Nous pensons que cela peut permettre ultérieurement de proposer un processus adapté et optimisé à chaque catégorie, de façon à ce qu'il favorise la réussite des produits qui en sont issus. Notre objectif est bien là : montrer que le pilotage de chaque projet d'innovation réclame des approches multiples, des compétences spécialisées comme des approches interdisciplinaires.

L'évaluation et la classification dans notre cas doivent donner un sens à l'action, c'est-à-dire permettre de prendre des mesures pour améliorer le processus d'innovation. C'est la raison pour laquelle il nous a semblé important de réfléchir en termes de processus d'innovation adapté à chaque « catégorie » de projet.

Le but n'est pas de suggérer une approche normative du management de l'innovation : il ne s'agit pas d'affirmer que hors les pratiques proposées l'innovation n'est pas garantie. L'objectif est que le mode de classification des projets d'innovation soit générique pour que les décisions de pilotage soient plus aisément adaptées au contexte. Améliorer le processus d'innovation nécessite une approche contextuelle. Dans ce cas, la mesure est perçue comme un outil d'aide à la décision, ce qui tend à la placer plutôt dans le champ de l'évaluation.

Nous attendons d'une classification de projets d'innovation en différentes catégories qu'elle puisse aider :

- à optimiser la réalisation des projets d'innovation ;
- à associer le marketing à la gestion de la R&D à un juste niveau ;
- à justifier les demandes d'allocation de ressources des responsables R&D ;
- au DG (Directeur Général) à mieux attribuer les ressources ;
- à mieux sélectionner les projets à lancer ;
- à gérer l'insuffisance des ressources disponibles pour innover.

Maintenant que nous avons définie la problématique de recherche, nous allons passer au chapitre suivant qui présentera les raisonnements qui nous ont guidé vers la construction et la proposition d'un modèle pour classifier et segmenter les projets d'innovation technologique. Nous continuons à suivre le schéma présenté précédemment. Nous nous situons, à la fin de ce chapitre, au moment de la transition entre la formulation de la problématique de recherche et l'exploration des réponses théoriques. Cette transition est illustrée dans la figure suivante :

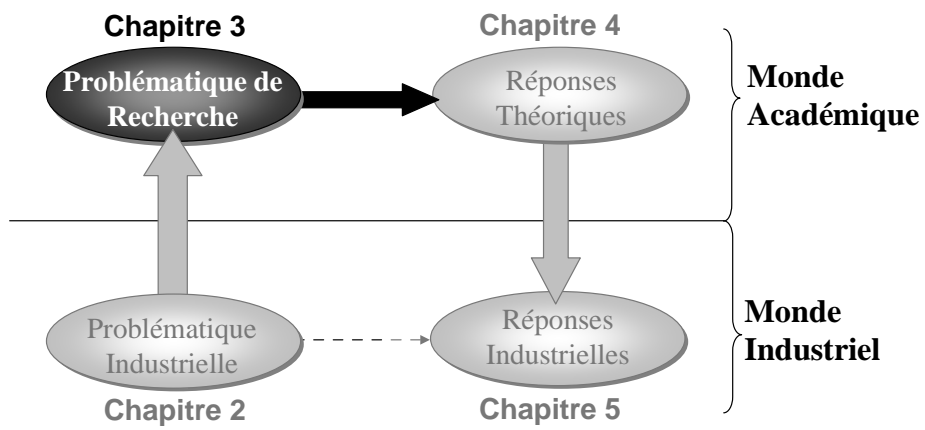


Figure 27. Articulation des chapitres : De la problématique de recherche à la formulation des réponses théoriques

Chapitre 4. Conception d'un modèle pour la classification et segmentation des projets d'innovation de biens d'équipement

Dans le premier chapitre de ce document, nous avons déterminé que la méthode la plus pertinente pour recueillir les informations lors de notre recherche était de nous concentrer sur les observations de la conduite et du pilotage des projets d'innovation. D'après notre analyse présentée dans le chapitre précédent, une meilleure compréhension des motifs menant au lancement d'un projet d'innovation pourrait aider à trouver des caractéristiques communes aux projets et de cette façon, servir à répertorier les projets dans différentes catégories. Dans ce chapitre nous décrivons les observations qui nous ont amené à construire le modèle qui est la base de notre proposition. Ce modèle sera le résultat de l'interaction des données issues des nos observations terrain avec une sélection d'études existantes dans la littérature.

Dans les prochains paragraphes, nous allons présenter le raisonnement que nous avons suivi pour créer et intégrer notre modèle dans le processus d'innovation des biens d'équipement. Notre proposition est de développer une méthode pour classifier les projets d'innovation. Nous prenons en compte les classifications déjà existantes dans la littérature et les confrontons à la réalité afin de combler les manques existants.

Dans notre démarche, nous avons adopté le principe de créer un modèle destiné à classifier les projets d'innovation et de graduellement le tester et de le faire évoluer de manière conséquente. Ainsi nous souhaitons valider notre hypothèse. Premièrement nous avons créé un modèle basé sur la théorie que nous avons étudiée. Ensuite nous avons fait un bilan en simulant la pratique de la classification. Subséquemment, nous avons apporté des changements afin d'obtenir un deuxième modèle que nous avons testé sur six projets. Nous présentons le test de notre modèle sur ces projets dans le chapitre 5.

Dans cette section nous présentons les résultats de notre investigation et le contexte théorique nécessaire pour comprendre le raisonnement pour créer notre modèle de classification des projets d'innovation de biens d'équipement.

1. PRECISIONS ET DEFINITIONS INITIALES

Pour réaliser notre modèle nous nous sommes basés sur notre étude bibliographique et sur l'observation de l'interaction entre les membres des équipes commercial/marketing et R&D. Cependant avant de présenter le raisonnement que nous avons suivi pour construire notre modèle, nous trouvons important de préciser quelques concepts et définitions que nous considérons clés pour la bonne compréhension du contexte et du champ d'application de notre modèle.

1.1. DISTINCTION ENTRE LA NOTION DE PROJET ET DE PROJET D'INNOVATION

Notre modèle servira à classer les projets d'innovation, plus précisément des projets d'innovation de biens d'équipement. Nous avons déjà défini dans les chapitres précédents ce que l'on entend par biens d'équipement, définissons maintenant ce que l'on entend par projet d'innovation.

Le mot projet renvoie, essentiellement à une forme d'organisation : équipe projet constituée, processus de management formalisé, comité de pilotage mis en place, etc. Le projet est une façon de travailler, avec des étapes à franchir, des objectifs, orientée vers l'amélioration des performances. Le projet part souvent du besoin de son « client », besoin qui doit être défini au préalable, et qui est pris en compte au niveau opérationnel par des contraintes, des spécifications, et un résultat attendu. Un projet est décliné en tâches, jalons, planning, ressources, coûts. Selon l'Afnor (norme X 50-105) un projet est une action spécifique, nouvelle, qui structure méthodiquement et progressivement une réalité à venir, pour laquelle on n'a pas encore d'équivalent. Le projet est donc un mode de gestion des activités uniques devenues récurrentes dans l'entreprise. Cependant, la définition d'un projet d'innovation est beaucoup plus fluctuante que celle d'un projet en général.

L'organisation en projets d'innovation est d'abord appliquée à des actions de R&D concernant des produits, puis de plus en plus étendue à d'autres activités : le développement de technologies nouvelles d'abord, la formulation de concepts marketing nouveaux ensuite.

Pour les entreprises travaillant à la commande pour d'autres entreprises, comme c'est le cas de Converteam, il faut faire la distinction entre le projet d'innovation et un projet à l'origine d'un contrat. Ce dernier est l'ensemble des obligations, engagements et résultats de l'entreprise : on ne lance le projet que lorsqu'on acquiert le contrat. Ce projet ne sera pas considéré comme un projet d'innovation, et donc n'entrera dans le champ de notre modélisation, dans la mesure où, dans ce cas, le but n'est pas de créer un produit nouveau mais de livrer une commande.

Nous considérons, dans notre recherche, les projets d'innovation comme étant une organisation en forme de projet pour la gestion des activités qui mèneront à une nouveauté produite par l'entreprise. Cela dit, un projet d'innovation ne peut pas être traité comme un projet ordinaire et ne doit pas être confondu avec « innovation », que représentera, dans ce cas, le résultat final du projet d'innovation. Dans ce contexte, nous nous intéressons particulièrement à des projets d'innovation de biens d'équipement.

1.2. POSITIONNEMENT TEMPOREL DE L'APPLICATION DU MODELE

Comme nous l'avons déjà dit, nous pouvons trouver dans la littérature beaucoup de propositions différentes de la façon de classer des innovations produit (Voir chapitre 3, l'innovation: un résultat). Ces classifications sont fréquemment appelées "types d'innovation". Par exemple, Garcia et Calantone (2002) ont proposé de classer les innovations comme radicales, innovations vraiment nouvelles ou incrémentales, d'un autre côté Moore (2005) a

proposé quinze types d'innovation différents (produit, extension de ligne, innovation d'acquisition, etc). Dans l'ensemble, plusieurs classifications en "types d'innovation" existent dans la littérature. Cependant, les utiliser pour classer des projets d'innovation au tout début de son développement s'avère ne pas être un outil bien adapté. Ces classifications sont plus adaptées à une classification à posteriori, c'est-à-dire quand les innovations sont déjà des produits finis, lancés sur le marché.

Notre but principal est de pouvoir classer des **projets** d'innovation produit (et non pas des produits innovants) dès leur origine, c'est-à-dire juste avant que leur développement soit lancé. Si nous utilisons comme référence le très connu Stage-Gate System® (Cooper, 2008), nous pouvons affirmer que notre proposition de classification doit être appliquée juste après le « stage 2 », au moment du « gate 3 ». Ce principe est illustré sur la figure suivante :

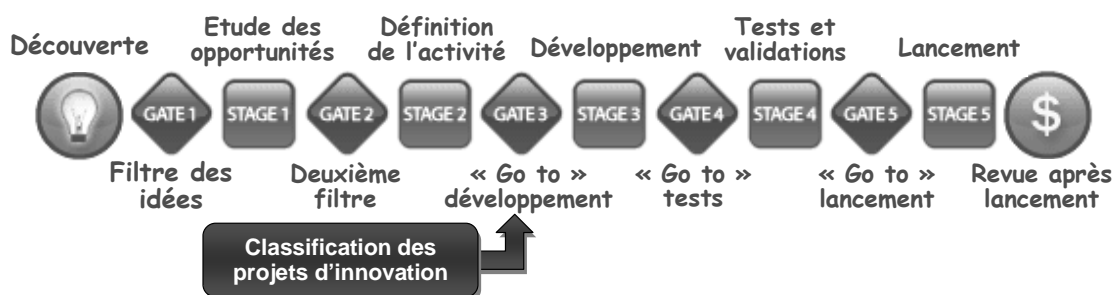


Figure 28. Moment où notre proposition de classification doit être appliquée.

Le « stage 2 » est la phase de définition de l'activité, appelé « Building Business Case ». C'est une étape clé qui ouvre la porte vers les phases de développement. C'est une phase dans laquelle des investigations détaillées permettent de définir clairement le produit et vérifient son attractivité avant d'engager des dépenses plus lourdes. C'est la phase critique qui est la plus souvent négligée dans les entreprises (Cooper, 2001). Cette phase comporte des tâches telles que la définition du marché cible, les premières descriptions des concepts, le positionnement stratégique du produit, les bénéfices espérés en termes de valeur ajoutée que le produit pourrait apporter ou encore la comparaison par rapport à la concurrence. Mais surtout, c'est dans cette phase que les investigations sur le marché sont réalisées pour déterminer les demandes, les besoins et les autres préférences du client. Ceci aidera l'entreprise à définir un produit réussi. Ensuite le « gate 3 », appelée Go to Development, est la dernière porte avant le passage vers les étapes de développement. C'est donc une étape de décision cruciale. Quand elle est validée et passée, des ressources matérielles substantielles sont engagées. Si la décision est prise de poursuivre le développement, les activités prévues par la suite sont également revues et approuvées. Enfin, une équipe de projet complète est désignée.

C'est donc au moment du « gate 3 » que l'on va appliquer notre méthode de classification de projets d'innovation produit, car c'est dans cette étape que les objectifs doivent être clairement exprimés. Le but est que notre modèle puisse servir d'outil d'analyse et de comparaison des projets d'innovation et différencier les projets d'innovation d'un portefeuille de projets.

Notre supposition est que segmenter les projets d'innovation de biens d'équipement au plus tôt de leur développement devrait permettre d'intégrer, encore dans la phase de développement, des solutions aux problèmes qui n'étaient identifiés que plus tard dans la période de lancement sur le marché. Par solution nous voulons dire le fait d'être capable d'identifier les outils adaptés et les méthodes qui sont susceptibles d'être appliqués à chaque catégorie de projet d'innovation de biens d'équipement.

De plus, à partir de nos observations nous avons pu remarquer que dans de grandes sociétés comme celle où cette recherche a été effectuée, qui sont organisés en plusieurs départements (ventes, achats, R&D, etc), manager la transition entre ces départements est une tâche difficile (Millier, 2005). Pour les raisons que nous avons évoqués dans le chapitre précédent nous nous sommes intéressés spécifiquement à la transition entre la R&D et le service commercial. Cela signifie qu'il faut, en amont, intégrer les données de marché venant des équipes commerciales et marketing et, en aval, gérer la tâche de livrer un produit développé par l'équipe R&D à l'équipe commerciale qui sera responsable des ventes.

Nous avons pu observer que ces transitions sont souvent problématiques. Les raisons sont multiples comme l'absence d'objectifs clairs à atteindre pour le projet, le manque de communication entre les équipes ou l'absence d'une stratégie claire pour des projets d'innovation (Froehlicher et Walliser, 2004). Notre intention est de pouvoir comprendre la liaison entre ces familles de problèmes et la nature des projets d'innovation. Ceci pourrait nous permettrait d'éviter d'avoir ces problèmes, en intégrant les solutions au début du développement.

Cette initiative a pour but d'aider dans l'identification des risques, des bons outils et des ressources que chaque catégorie de projet serait susceptible d'exiger. Si cela est fait tout au début du développement du projet, cela devrait aider à augmenter les chances de succès du projet et à diminuer les gaspillages de ressources, parce que, comme nous le savons, plus nous avançons dans le développement plus il y a de ressources engagées.

Cet engagement de ressources est expliqué par Tidd et Bessant (2009) de la manière suivante : gérer l'innovation c'est transformer des incertitudes en connaissances, mais pour y parvenir il faut engager des ressources afin d'atténuer ces incertitudes. Il s'agit donc d'une mise en équilibre. La figure ci-dessous illustre ce processus d'augmentation des ressources engagées en parallèle avec une diminution du degré d'incertitude.

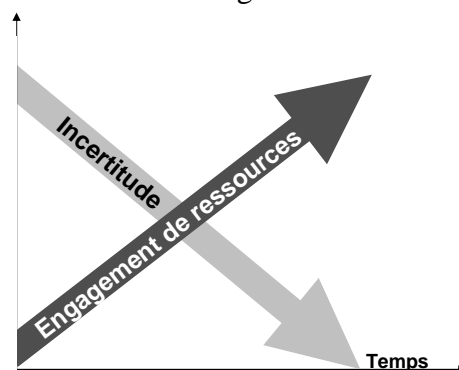


Figure 29. Innovation, incertitudes et l'engagement de ressources (adapté de Tidd et Bessant, 2009)

Nous pouvons conclure que le fait de vouloir identifier les bonnes pratiques et les outils adaptés, au plus tôt du développement des projets d'innovation, à travers une segmentation des projets d'innovation de biens d'équipement peut aider à augmenter les chances de succès de tels projets tout en optimisant l'attribution des ressources. Mais que signifie le succès d'un projet, ou encore un projet réussi ? Nous allons aborder cette question dans la section suivante.

1.3. SUCCES D'UN PROJET D'INNOVATION

Afin d'atteindre le succès tant attendu par l'intermédiaire de l'innovation, nous devons d'abord définir ce que nous entendons par succès d'un projet. Comme nous l'avons exposé dans le chapitre 3, de nombreux auteurs ont défini l'innovation comme étant une invention commercialisée avec succès sur le marché (Layton, 1977; Freeman, 1991; Smith et al, 1996; Garcia et Calantone, 2002). Si nous considérons cette définition, les projets d'innovation ne devraient pas être appelés « innovation » avant son acceptation et diffusion sur le marché ; de plus la diffusion sur le marché serait le synonyme de réussite. De même, le dictionnaire Robert (2009) définit le succès comme le fait d'aboutir au résultat escompté, d'atteindre le but recherché. Considérant cela, nous avons conclu qu'un projet d'innovation peut être considéré comme un succès si, d'abord: il est commercialisé avec succès sur le marché, et si, en deuxième: il abouti au résultat escompté, il atteint le but recherché.

De plus, afin de coordonner la stratégie (portefeuille de projets) et la gestion de projet, il est nécessaire d'avoir une vision partagée des objectifs à atteindre (Cooper et al, 2002; Beaume et al, 2008), c'est la raison pour laquelle nous cherchons à comprendre ce que les entreprises attendent de leurs projets d'innovation et quelles sont les raisons qui conduisent ces entreprises à lancer de tels projets.

Nous savons que les difficultés liées à la gestion des projets d'innovation en bien d'équipements peuvent être très différents en fonction de la nature ou du « type » de projet. Ces difficultés sont plus grandes lorsque l'objectif du projet n'est pas clair et explicite pour les équipes qui y travaillent. Lorsque c'est le cas, il est difficile d'identifier ce qui pourrait être considéré comme un succès à la fin du projet. En général, dans les entreprises B2B, des projets d'innovation sont souvent créés dans le but de changer les préférences du marché en faveur de l'entreprise ou de créer un marché entièrement nouveau, et elles ont différentes manières et raisons de faire cela.

Dans la section suivante nous nous pencherons sur cette question et nous allons proposer une classification des projets en termes de « résultats possibles », ce que nous appelons aussi « le but d'origine ». Notre objectif est d'aider les gestionnaires à optimiser la gestion et la compréhension des projets d'innovation des biens d'équipement.

2. CONCEPTION D'UN MODELE THEORIQUE

Nous présentons maintenant les résultats de nos observations terrain et de notre recours à la littérature qui, en pratique, ne se sont pas donnés de façon linéaire mais plutôt interactive. Dans cette section nous essayons de présenter le raisonnement qui nous a guidé vers la proposition d'un modèle de classification de projets d'innovation de biens d'équipement.

Nous commençons par décrire les observations terrain qui nous ont permis de définir les sorties de notre modèle. A partir de ces sorties nous proposons une modélisation de la dynamique de l'origine des projets d'innovation. Ensuite nous partons à la recherche des entrées qui nous permettront d'affiner et de finaliser notre proposition d'un modèle de classification de projets d'innovation de biens d'équipement.

2.1. OBSERVATIONS TERRAIN

Dans un premier temps, notre recherche a porté sur l'observation de la façon de conduire les projets et sur la recherche des caractéristiques communes permettant de les classer en différentes catégories. L'étape suivante a été d'analyser le rapport entre la façon de conduire les projets innovants et la nature de l'innovation.

Pour protéger cette étude contre le raisonnement post hoc (relatif aux raisons et aux motifs des actions menés), une approche prospective a été adoptée pour la collecte de données : quatre projets ont été sélectionnés tandis qu'ils étaient en cours de réalisation et seulement deux projets finalisés. Nous avons rassemblé des données sur l'histoire de chaque projet lors des premières entrevues suivant la grille d'observation établie dans le chapitre 1 (les résultats seront présentés dans le chapitre 5). Tous les projets n'étant pas finalisés, les données produites au fur et à mesure ont été compilées en temps réel pendant que les équipes ont été confrontées aux succès et aux défis inhérents au développement de leurs projets.

D'après nos observations réalisées chez Converteam dans le cadre des projets de R&D, et spécifiquement au moment du « gate 3 » du Stage-Gate System® (Cooper, 2008), nous avons voulu souligner les points suivants :

▪ Observation 1

Pour que les projets de développement d'innovations soient enclenchés, il faut réussir à démontrer aux dirigeants (et/ou aux actionnaires) que ceux-ci ont un potentiel de retour économique.

Les six projets étudiés ont été enclenchés uniquement après revue par un comité de décision, donnant le « go/no go » aux projets d'un point de vue financier. Du point de vue des dirigeants, c'est principalement cette pratique qui diminue la prise de risque. Cependant, essayer de limiter les risques est une réponse qui ne favorise pas toujours l'innovation. Christensen (2008) a affirmé que le danger de se baser sur une analyse purement financière pour évaluer les opportunités d'investissement est que les décideurs risquent de sous-estimer

les vrais retours et bénéfiques provenant de l'investissement en innovation et d'ainsi éliminer des projets à tort.

▪ **Observation 2**

Le lancement des projets d'innovation analysés a pour causes identifiées (non-exhaustives) :

- un besoin latent du client auquel l'entreprise et/ou ses concurrents ne répondent pas encore (approche « market pull »);
- une nouvelle technologie émergeant au sein de l'entreprise qui n'existe nulle part ailleurs (approche « technology push »);
- un manque de compétitivité sur son marché (approche « réduction des coûts »).

Nous avons pu conclure que chacun de ces motifs implique un besoin différent en termes d'outil et méthodes de développement, et que les projets requièrent un processus adapté. Pourtant, tous les projets ont été ou sont conduits de la même façon (en utilisant la même configuration d'équipe, mêmes outils, jalons et processus). Cette absence de différenciation peut mener à un gaspillage de ressources et d'investissements.

D'après nos observations 1 et 2, nous avons voulu savoir comment le potentiel de retour économique était assuré à la phase de commercialisation. Cela nous a guidé vers la proposition de Moore (2005). Dans son livre "Dealing with Drawing", Moore (2005) définit quels sont les retours possibles des efforts d'innovation (projets de recherche, programmes de développement, initiatives transversales, et ainsi de suite) dans une entreprise. En fait, il affirme qu'il y a quatre résultats possibles de l'innovation : la différenciation (« differentiation »), la neutralisation (« neutralization »), la productivité (« productivity ») (que nous appellerons optimisation) et le gaspillage (« waste »).

Nous avons donc voulu vérifier sa proposition dans le cadre de nos observations. Cela nous a amené à la conclusion suivante :

▪ **Observation 3**

Nous avons vérifié que le retour économique recherché par le biais de l'innovation peut être atteint si :

- elle apporte un gain en productivité à travers d'un effort d'optimisation;
- elle neutralise une offre concurrente;
- elle offre une différenciation par rapport aux concurrents.

Par conséquent, nous proposons de caractériser les projets selon le but pour lequel ils ont été créés : optimisation, neutralisation ou différenciation. Quand le projet ne donne aucun des retours susmentionnés, on peut considérer qu'il a représenté un gaspillage de ressources et/ou d'investissement.

2.2. RETOURS, RESULTATS OU CONSEQUENCES DE L'INNOVATION

Dans l'optique de la méthodologie de recherche « grounded theory », nous avons combiné la proposition de Moore (2005) avec nos observations. Nous avons analysé quels étaient les objectifs pour lesquels les projets que nous avons observés ont été désirés, attendus ou planifiés. Les objectifs à atteindre avec les projets n'étaient pas toujours explicites et ils pouvaient même être contradictoires selon le membre de l'équipe que nous interviewions. Ce fait a confirmé le besoin de clarifier les objectifs pour l'équipe travaillant sur le projet et aussi pour les managers. Donc nous avons appliqué la proposition de Moore (2005) pour classifier ces projets selon les attentes que les managers avaient. Cette classification est apparue être pertinente dans notre domaine d'application.

Comme cela a été dit auparavant, nous considérons qu'atteindre ses objectifs est une condition sine qua non pour qu'un projet d'innovation soit considéré comme un succès. Notre proposition est de classifier les projets selon le résultat attendu : optimisation, neutralisation ou différenciation. Néanmoins, nous restons avec un effet indésirable : le gaspillage de ressources et/ou d'investissement.

Nous sommes conscients qu'il existe plusieurs autres paramètres ou critères qui pourraient être appliqués afin de classifier et conséquemment segmenter les projets d'innovation. Nous pouvons trouver et créer une quantité presque illimitée de paramètres ou de critères, comme par exemple la taille de l'investissement porté sur le projet, la quantité et les compétences des personnes constituant l'équipe qui travaille sur le projet, la façon dont le projet est managé, etc... Cependant, ces paramètres ne représentant pas pour nous une alternative valide pour clarifier les objectifs à atteindre par le projet et par conséquent ils n'ont pas un lien direct avec ce que l'on a défini par succès. Le lien entre ces paramètres et le succès du projet est donc important mais pas direct. Cela nous amène à conclure que ces paramètres restent importants et peuvent être utilisés pour caractériser ou encore sub-segmenter les projets d'innovation d'une même catégorie, mais ils ne sont pas adaptés pour répondre à nos attentes qui sont de clarifier les objectifs des projets afin d'augmenter les chances de succès des projets d'innovation.

Nous avons donc travaillé sur la définition des trois catégories de résultat : l'optimisation, la neutralisation et la différenciation. Notre vision des contextes des trois résultats possibles des projets d'innovation est expliquée ci-dessous :

▪ Différenciation

Quand l'innovation est introduite sur le marché, les offres deviennent de plus en plus différenciées entre elles. Cela conduit à l'apparition de préférences dans les différents marchés, et donne au vendeur un pouvoir en termes de prix dans les segments où il est favori. Dans ce scénario le marché revient à des prix bien au-dessus des coûts, produisant un retour économique important et relançant l'investissement sur le marché.

C'est la raison pour laquelle les innovations qui créent une différenciation sur le marché peuvent être un investissement très rentable (on considère des innovations radicales/

disruptives comme une différenciation même si elles peuvent exiger l'apparition d'un marché complètement nouveau). Les exemples incluent la discontinuité technologique de la photo numérique (nouveau produit/technologie pour un marché existant) et le GPS qui est passé d'une application militaire à une application civile (nouveau marché pour une technologie existante).

▪ **Neutralisation**

La neutralisation est une adaptation importante au changement de la dynamique compétitive et elle aussi fait appel à l'innovation. Son fonctionnement, cependant, est différent de ceux de la différenciation. Quand le but est de neutraliser une offre concurrente le retour économique n'est pas si élevé que celui atteint avec une différenciation (en partie car la neutralisation élimine le retour négatif). Les objectifs de projets d'innovation au service de la neutralisation, doivent donc être définis différemment. Dans ce contexte, nous cherchons le suffisamment bon, et non pas le mieux possible, pour deux raisons : premièrement le mieux possible, quand il n'est pas leader sur le marché, n'est pas récompensé à la hauteur de l'investissement requis pour le concevoir. En deuxième le « time to market » dans la neutralisation a plus d'impact que des comparaisons des fonctions et caractéristiques des produits. Le but dans ce cas est de rattraper et ralentir la concurrence, en sachant que réduire leur temps d'exclusivité sur le marché diminue leurs chances de se consolider.

Un bon exemple de neutralisation est le cas de la concurrence entre les fabricants d'avions Européen et Américain, dans un contrat d'avions « tanker » pour l'armée américaine en 2010. Même si les experts considéraient minces les chances que l'Européen soit choisi, ils ont décidé de continuer à proposer son offre dans le but d'avoir des avantages à long terme: améliorer leur relation avec le département de défense des Etats-Unis, et aussi d'empêcher leur concurrent américain de réaliser des marges trop élevées en compressant ses prix. De plus, des marges inférieures représentent moins d'argent disponible pour investir sur un futur développement menant à la différenciation.

▪ **Effort d'optimisation**

En plus de la différenciation et de la neutralisation, il existe un troisième but pour l'innovation : l'amélioration de la productivité. Nous appellerons ceci l'optimisation car ici l'intention n'est pas d'affecter des résultats sur le marché, mais plutôt de les atteindre à de plus bas coûts. L'effort d'optimisation peut aussi créer une différenciation si le changement est suffisamment radical ou peut encore représenter une neutralisation s'il replace l'entreprise sur un marché. Mais la majorité de ces projets sont simplement conçus pour réduire les coûts des processus existants, soit re-investir ces économies ailleurs ou encore pour augmenter les profits. Réétudier des processus existants pour avoir une meilleure compréhension de leur dynamique ou proposer de meilleurs outils est généralement la pratique adoptée. L'optimisation est essentielle à l'adaptation évolutionnaire parce qu'elle libère des ressources que d'autres formes d'innovation peuvent utiliser. Elle exige des innovations significatives en se concentrant en grande partie dans la réingénierie de processus existants, cela est basé sur

une meilleure compréhension de leur dynamique ou sur l'utilisation des meilleurs outils. L'attention est portée sur la récupération de ressources pour s'assurer que le projet s'autofinance, et cela est normalement accompli en réduisant le budget et les effectifs.

▪ **Gaspillage**

Le gaspillage arrive généralement quand les objectifs ont été mal définis. Par exemple, dépenser la quantité de ressources et d'énergie pour réaliser une différenciation et avoir comme résultat une neutralisation est une forme de gaspillage. Cela signifie que le projet n'a pas généré à l'entreprise un pouvoir en termes de prix donc elle ne reçoit pas le retour économique fondamental qui a initialement justifié le projet d'innovation.

Dans le cas de la neutralisation, le gaspillage existe quand les efforts de neutralisation vont au-delà d'être simplement "suffisamment bons", cela signifie que les efforts supplémentaires (financiers et autres) ne génèrent pas de retour économique supplémentaire.

Pour la prochaine étape nous avons besoin d'un cadre qui nous permette de catégoriser correctement les résultats possibles des innovations. La catégorisation permet notamment de mettre en évidence des questions légitimes de réduction des risques et d'attirer l'attention sur la nécessité d'une action énergique pour obtenir la différenciation sur le marché et le support en interne. Dans la section suivante, nous explorons la relation entre les « résultats possibles » ou encore « les buts d'origine » des projets d'innovation et l'environnement compétitif entourant l'origine des projets.

2.3. DYNAMIQUE DE L'ORIGINE DES PROJETS D'INNOVATION

L'innovation reste un concept qui révèle un caractère complexe et multiforme, le rendant parfois difficile à formaliser. Pour être sémantiquement cohérent, nous utiliserons, la définition proposée par Garcia et Calantone (2002). Nous avons choisi d'utiliser leur définition principalement parce que leurs études suggèrent "une méthode pour classifier des innovations pour que les praticiens et les universitaires puissent parler en ayant une compréhension commune de comment un type d'innovation spécifique est identifié et comment le processus d'innovation peut être unique pour ce type d'innovation particulier". Comme nous l'avons expliqué au chapitre 3, Garcia et Calantone (2002) se sont rendus compte que malgré la multitude de classifications et des typologies existantes dans la littérature, il y a un consensus sur l'idée de mesurer l'innovation selon les discontinuités technologiques ou marketing et sur une perspective micro ou macro.

Basé sur ces définitions nous avons analysé la relation entre l'existence de discontinuités macro ou micro et « le but d'origine » des projets d'innovation (ou "les résultats possibles"). Nous avons effectué cette analyse pour les six projets d'innovation que nous avons utilisés comme des études de cas.

Nous avons conclu que le but d'origine des projets d'innovation est souvent conditionné par l'environnement économique dans lequel l'entreprise est insérée. Cela veut

dire que le caractère technologique et celui lié au marketing conditionnent les opportunités stratégiques existantes pour l'entreprise.

En général, pour arriver à avoir une différenciation, l'entreprise doit analyser les aspects exogènes (technologiques et marketing) et ainsi profiter d'une éventuelle opportunité de réaliser un produit avec au moins une discontinuité macro (technologiques ou marketing). Si l'entreprise place sur le marché un produit capable d'achever une différenciation, elle aura naturellement le leadership ou bien sera en situation de monopole jusqu'à ce qu'un concurrent offre un produit capable de rentrer en compétition avec celui-ci ou de restructurer le marché. Le concurrent qui lance un produit à ce moment là sera dans une optique de neutralisation par rapport au premier entrant sur le marché. Cette initiative incite les marchés à devenir plus dynamiques, avec des probabilités de plus en plus importantes de voir apparaître de nouveaux concurrents. C'est une période de forte dynamique concurrentielle (cf. figure 30).

Avec le temps, la dynamique des parts de marché tend à se stabiliser, et les entreprises rentreront dans un mouvement de réflexion plus endogène (marchés en maturité). Dans cette période elles chercheront à optimiser le plus possible pour réduire les coûts et ainsi augmenter les profits. Cet effort d'optimisation pourra représenter une simple réduction des coûts (majorité des cas) sans impacter le dynamisme concurrentiel ou, en fonction du niveau des changements apportés, achever une neutralisation ou une différenciation qui n'étaient pas attendues. Cette redéfinition des objectifs fera que le cycle pourra reprendre son cours depuis le début (ou bien le marché peut rentrer en déclin). A partir de nos conclusions nous avons construit le diagramme ci-après qui représente la dynamique que nous venons d'expliquer.

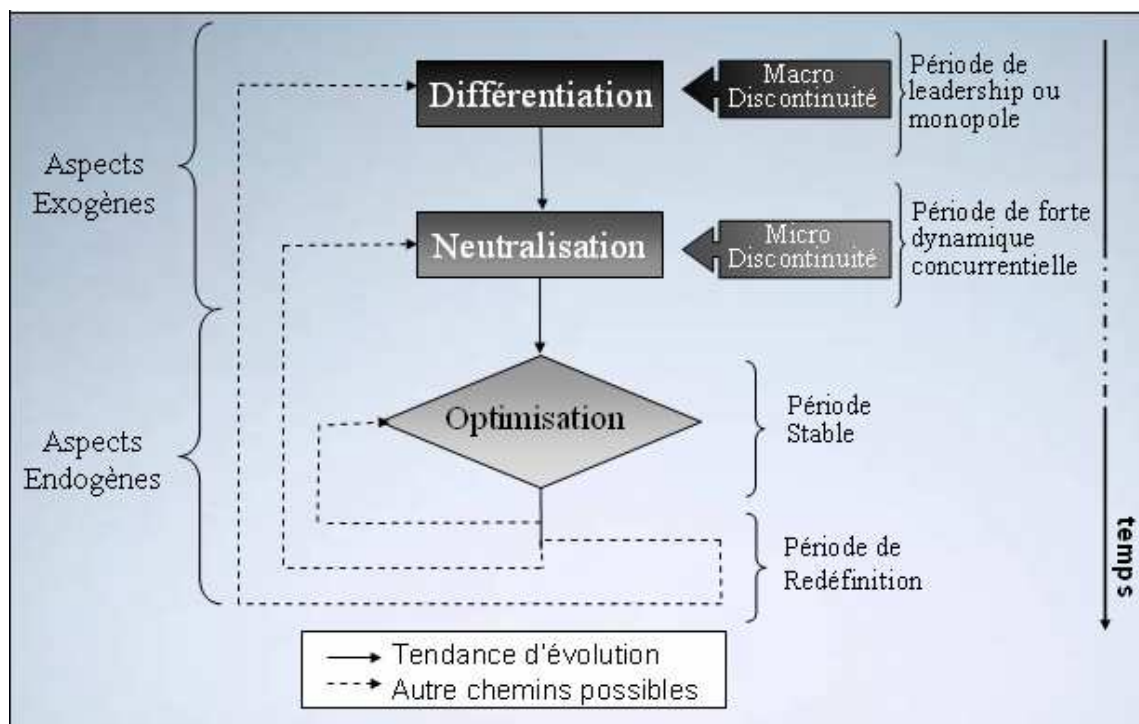


Figure 30. Dynamique d'Origine des projets d'Innovation (source : notre recherche)

La compréhension de la dynamique de l'origine des projets d'innovation nous a confirmé la pertinence de considérer la différenciation, la neutralisation et l'optimisation comme étant trois catégories différentes de projets d'innovation. Cette compréhension nous aide à nous approcher de notre objectif qui reste celui de construire un modèle permettant de classer les projets d'innovations de biens d'équipement.

Notre ambition étant la construction d'un modèle de classification des projets d'innovation, nous devons définir les sorties de notre modèle (les catégories ou types de projets) et les informations qui nous permettront de les classer ainsi (nos entrées). Ce principe est illustré dans la figure ci-dessous :

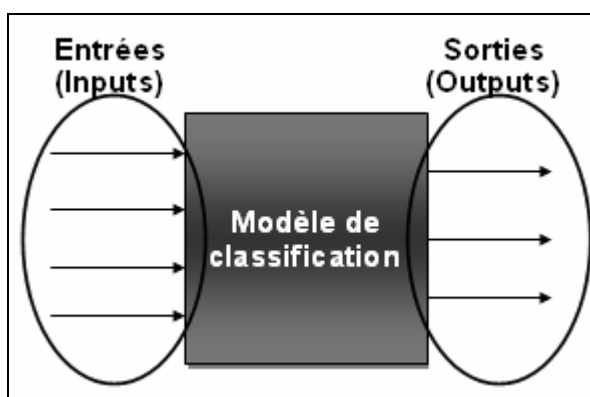


Figure 31. Relation entre les entrées et les sorties du modèle

C'est ainsi que nous avons définis que les sorties de notre modèle seraient « le but d'origine » des projets d'innovation.

Nous précisons que la sortie de notre modèle de classification des projets d'innovation technologique sera la classification en trois catégories : la différenciation, la neutralisation ou l'optimisation.

A partir de maintenant, notre objectif est d'être capable de trouver des entrées appropriées qui nous permettront de classer, sans ambiguïté des projets d'innovation de biens d'équipement. La recherche et la définition de ces entrées sont exposées dans la section suivante.

2.4. DEFINITION DES ENTREES (« INPUTS ») DU MODELE DE CLASSIFICATION DES PROJETS D'INNOVATION DE BIENS D'EQUIPEMENT

2.4.1. CONSENSUS SUR LES ASPECTS MARKETING ET TECHNOLOGIQUE

Afin de trouver des entrées appropriées aux sorties définies dans la section ci-dessus, nous avons choisi d'utiliser deux approches trouvées dans la littérature. La première reste la typologie d'innovation proposée par Garcia et Calantone (2002) (déjà présenté dans le chapitre précédent), et la deuxième est la matrice produit/marché d'Ansoff (Ansoff, 1957).

La matrice de croissance d'Ansoff (Ansoff, 1957) est un outil sensé aider les managers à décider leur stratégie de croissance. La matrice de croissance d'Ansoff suggère que les

chances d'un business de croître dépendent de la commercialisation de produits nouveaux ou existants sur des marchés nouveaux ou existants. La matrice d'Ansoff est illustrée sur la figure ci-dessous :

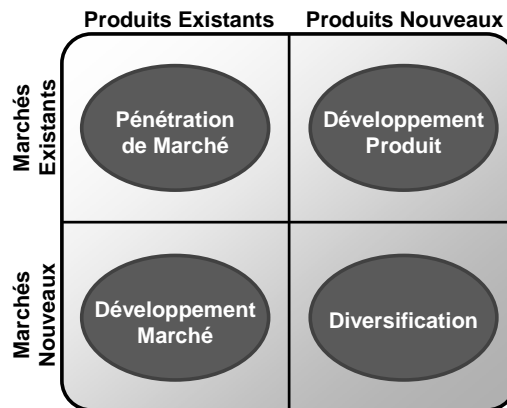


Figure 32. Matrice d'Ansoff (Ansoff, 1957)

Les sorties de la matrice d'Ansoff est une série de suggestions de stratégies de croissance qui donnent une direction à la stratégie du business. Notre intérêt dans l'utilisation de cette matrice n'est pas dans l'analyse des stratégies de croissance qu'elle propose, mais sur le fait qu'elle utilise la notion de produits et de marchés nouveaux ou existants pour les classer.

En fait, analyser l'existence du produit et du marché est une approche qui s'avère adaptée aux besoins de notre modèle. Néanmoins, pour être plus cohérent avec notre approche de produits technologiques, nous proposons une modification sur le terme "produit" proposé par Ansoff (1957) sur sa matrice. Au lieu d'analyser "des produits" nous traiterons "des systèmes technologiques", ce qui est plus adapté à notre domaine d'application de projets d'innovation de biens d'équipement.

Nous avons aussi estimé qu'il fallait mieux définir ce que nous comprenons par "marché" sur la matrice d'Ansoff. En réalité, la définition de marchés "nouveaux" ou "existants" dépendrait de la segmentation de marché utilisée par celui qui fait l'analyse. Pourtant, quand on étudie les projets d'innovation de biens d'équipement cette notion de "segment de marché" peut être parfois floue. C'est la raison pour laquelle nous proposons que, avant l'exécution d'une analyse, "le segment de marché" soit défini. De ce fait, nous avons choisi d'utiliser la proposition de Tidd et Bessant (2001) pour segmenter des produits de haute technologie.

Tidd et Bessant (2001) affirment que dans le cas de produits de haute technologie, utiliser la segmentation de marché conventionnelle n'est pas très efficace pour révéler des opportunités de substitution des applications existantes par des nouvelles technologies. Tidd et Bessant (2001) proposent de combiner des segmentations techniques et comportementale pour définir les groupes spécifiques de clients cibles et les marchés qui peuvent être évalués commercialement (cf figure 33).

		Segmentation technique par application			
		Application 1	Application 2	Application 3	Application N
Segmentation comportementale par les facteurs critiques de succès	Type de Client 1	Segment A			
	Type de Client 2			Segment C	
	Type de Client 3	Segment B	Segment B	Segment C	
	Type de Client N			Segment C	

Figure 33. Segmentation de marché de produits de haute technologie (Tidd et Bessant, 2001)

Il y a un dernier point à clarifier sur l'approche proposée par Ansoff (1957). Sa matrice ne nous permet pas de savoir, pour un cas donné d'analyse, si le produit ou le marché existent seulement pour l'entreprise que nous prenons comme référentiel, seulement pour d'autres entreprises ou pour tout l'ensemble (du fait que cette matrice analyse l'existence de produit/marché du point de vue mondial). Alors, nous avons adapté l'approche d'Ansoff (1957) à notre besoin. Au lieu d'analyser s'il y a « un Marché Nouveau ou Existant » ou « un Produit Nouveau ou Existant » nous analyserons si « le segment de marché est déjà adressé par d'autres entreprises en dehors de l'entreprise référentielle » et si « l'entreprise référentielle adresse ce segment du marché » (l'entreprise référentielle est celle pour et par qui l'analyse est effectuée). Ce changement nous permettra d'avoir les informations suivantes :

- 1- Le Marché n'existe pas (perspective mondiale)
- 2- Le Marché existe seulement pour l'entreprise référentielle
- 3- Le Marché existe seulement pour d'autres entreprises (mais pas pour l'entreprise référentielle)
- 4- Le Marché existe pour l'entreprise référentielle mais aussi pour d'autres entreprises.

Tandis qu'avec la matrice d'Ansoff (1957) il était seulement possible de savoir si le marché/produit existait ou pas. Donc nous avons utilisé les principes de la matrice d'Ansoff comme inspiration pour créer nos propres critères.

Comme nous avons pu le remarquer, tant l'approche proposé par Garcia et Calantone (2002) comme celle proposé par Ansoff (1957) sont basées sur la discontinuité de la nouveauté technologique/produit et de la nouveauté marketing/marché. C'est à partir de la combinaison des deux approches que nous avons finalement pu définir les entrées pour notre modèle. Les entrées sont décrites ci-dessous :

- 1- Ce segment de marché est déjà adressé par d'autres entreprises**
- 2- L'entreprise référentielle adresse déjà ce segment de marché**

3- Le système Technologique existe (à l'extérieur de l'entreprise référentielle)

4- Le système Technologique existe à l'intérieur de l'entreprise référentielle

Ces quatre entrées nous permettent d'avoir des informations liées au positionnement de l'entreprise. Nous voulons utiliser ces informations pour analyser la relation entre les opportunités présentées à l'entreprise, l'analyse compétitive et les sorties que nous avons définis auparavant.

2.5. CLASSIFIER LES PROJETS D'INNOVATION DE BIENS D'EQUIPEMENT

Maintenant que nous avons défini les entrées et les sorties de notre modèle il nous reste à vérifier si cela est suffisant pour créer notre modèle de classification de projets d'innovation de biens d'équipement. Dans cette section nous proposons un premier modèle qui, après avoir été testé, donnera lieu à un deuxième modèle plus affiné.

2.5.1. PROPOSITION D'UN PREMIER MODELE DE CLASSIFICATION DE PROJETS D'INNOVATION DE BIENS D'EQUIPEMENT.

Afin de faire le lien entre les sorties et les entrées que nous avons définies pour notre modèle de classification de projets d'innovation, nous avons utilisé les profils de projets d'innovations proposés par Garcia et Calantone (2002) pour faire un test. Ces profils sont repris sur le tableau suivant, qui montre les combinaisons possibles de « types » d'innovation selon eux.

Typologie d'Innovation	Profil d'Innovation	Discontinuité Macro		Discontinuité Micro	
		Marketing	Technologie	Marketing	Technologie
Innovation Radicale	A	X	X	X	X
Innovation Réellement Nouvelle	B	X		X	
	C		X		X
	D	X		X	X
	E		X	X	X
Innovation Incrémentale	F			X	X
	G			X	
	H				X
Pas d'Innovation	I				

**note: X= identification positive, Rien= identification négative; Les combinaisons qui ne sont pas présentés dans le tableau ne sont pas faisables (si une innovation a une discontinuité à un niveau macro, la discontinuité existera forcément à un niveau micro).*

Tableau 5. Identification des typologies des innovations (Garcia et Calantone, 2002)

Nous avons utilisé cette typologie : perspectives macro versus micro et perspectives marketing versus technologique, pour créer un raisonnement de classification des profils

d'innovation. C'est-à-dire que nous avons classifié chaque profil d'innovation (A, B, C, ...) du tableau 5 en utilisant les entrées que nous avons proposées dans la section précédente.

La combinaison de l'approche de Garcia et Calantone (2002) (tableau 5) avec les entrées que nous avons adapté de la matrice d'Ansoff (1957) est illustrée sur le tableau 6. Ce tableau a été élaboré en prenant en compte les caractéristiques de chaque profil d'innovation (A, B, C, ...) proposé par Garcia et Calantone (2002) dans le tableau 5.

Profil d'Innovation (Du tableau 5)	-1- Segment de Marché \exists^1 (en dehors de l'entreprise référentielle)	-2- Segment de Marché \exists^1 pour l'entreprise référentielle	-3- Système Technologique \exists^1 (en dehors de l'entreprise référentielle)	-4- Système Technologique \exists^1 pour l'entreprise référentielle
A	0	0	0	0
B	0	0	X	1
C	X	1	0	0
D	0	0	1	0
E	1	0	0	0
F	1	0	1	0
G	1	0	X	1
H	X	1	1	0
I	X	1	X	1

note: 1=identification positive; 0=identification négative; X=peut adopter une identification positive ou négative.

Tableau 6. Profils d'innovation du tableau 5 classifiés selon nos entrées

Nous avons construit le tableau ci-dessus en utilisant la logique Booléenne. La logique booléenne est un calcul logique de valeurs, caractérisées par des éléments contenant seulement deux valeurs possibles, comme "vrai" et "faux", "oui" et "non", ou "1" et "0". Notre raisonnement utilise "1" comme une identification positive, "0" comme une identification négative et "X" quand nous ne pouvons pas affirmer si l'élément est une identification positive ou négative. Ci-après quelques exemples de comment ce tableau a été construit.

Si nous prenons le profil d'innovation "A" comme exemple, nous pouvons voir sur le tableau 5 qu'il a des discontinuités tant au niveau macro que micro, tant sur l'aspect marketing que sur des aspects technologiques. Sachant cela nous pouvons conclure que "le segment de marché" et "le système technologique" n'existent pas (perspective mondiale), ainsi nous attribuons "0" à toutes les entrées de la ligne liée au profil d'innovation "A" sur le tableau 6.

Un autre exemple est le profil d'innovation "B". Nous pouvons voir sur le tableau 5 qu'il a des discontinuités marketing au niveau macro et micro (mais il n'a aucune discontinuité

¹ En mathématique on utilise un ensemble de notations pour condenser et formaliser les énoncés et les démonstrations. Nous utilisons la notation \exists , qui signifie « il existe (au moins un) ».

technologique). Cela nous permet de conclure que "le segment de marché" pour ce profil d'innovation n'existe pas (nous attribuons "0" aux les colonnes 1&2 du tableau 6). Nous pouvons aussi affirmer que la technologie existe à l'intérieur de la société utilisée comme référence ("1" sur la colonne 4), cependant nous ne pouvons pas affirmer si la technologie existe ou pas dans d'autres sociétés (donc nous remplissons avec "X" la colonne 3).

Un dernier exemple est le profil d'innovation "D". Nous pouvons voir sur le tableau 5 qu'il a de la discontinuité macro sur l'aspect marketing (mais pas de discontinuité macro technologique) et de micro discontinuités tant sur l'aspect marketing que sur des aspects technologiques. Cela nous permet de conclure que "le segment de marché" pour cette innovation n'existe pas ("0" sur les colonnes 1&2 du tableau 6). Sur l'aspect "technologique", puisqu'il n'y a aucune macro discontinuité (nouveau pour tout le monde) et il y a une micro discontinuité (nouveau pour la société), nous pouvons conclure que "la technologie" existe dans d'autres sociétés mais pas dans la société utilisée comme référence (nous remplissons "1" dans la colonne 3 et "0" dans les autres colonnes).

En se basant sur ces exemples il est possible d'extrapoler le raisonnement sur les autres profils d'innovation pour comprendre le tableau 6. Cet exercice de classification nous a servi à vérifier notre affirmation : que les typologies des profils d'innovation proposés par Garcia et Calantone (2002) n'étaient pas adaptées à une segmentation des **projets** d'innovation (vu la présence des « X » dans le tableau 6 qui montrent qu'il existe des cas où nous ne pouvons pas affirmer si l'identification est positive ou négative). L'exercice nous a aussi servi à visualiser, à partir du tableau 6, toutes les combinaisons possibles de nos entrées. Nous avons donc voulu représenter toutes les combinaisons possibles exprimées sur le tableau 6, en forme d'une table vérité (logique Booléenne). Cette table vérité est représentée dans le tableau 7.

Le principe d'une table vérité est d'inscrire chaque combinaison possible de variables d'entrée et la valeur de sortie de la fonction correspondante. Il y a 2^n lignes dans la table vérité pour une fonction avec n variables d'entrée (dans notre cas 2^4 , c'est-à-dire 16 lignes). Une table vérité est une façon exacte de décrire le comportement d'une fonction et se prête parfaitement à notre volonté de créer un modèle de classification exact et sans ambiguïté.

Pour chaque ligne de notre table vérité (tableau 7) nous avons attribué une sortie. Les sorties étant les catégories : **différenciation, neutralisation et optimisation**. Afin d'attribuer une classification (sortie) pour chaque ligne (entrées), nous avons procédé à une analyse en groupe (groupe formé de chercheurs appartenant au laboratoire ERPI). Cette analyse détaillée de chaque ligne a abouti à l'attribution d'une classification en différenciation, neutralisation ou optimisation pour quatorze des combinaisons d'entrée possibles. Les deux combinaisons restantes n'ont pas pu être classifiées car le groupe de chercheurs n'est pas arrivé à trouver un consensus sur la sortie à attribuer aux lignes 9 et 10.

	-1- Segment de Marché \exists^* (en dehors de l'entreprise référentielle)	-2- Segment de Marché \exists^* pour l'entreprise référentielle	-3- Système Technologique \exists^* (en dehors de l'entreprise référentielle)	-4- Système Technologique \exists^* pour l'entreprise référentielle	Profil d'Innovation	Différenciation	Neutralisation	Optimisation
1	0	0	0	0	A	1		
2	0	0	0	1	B	1		
3	0	0	1	0	D	1		
4	0	0	1	1	B	1		
5	0	1	0	0	C	1		
6 ¹	0	1	0	1	I			1
7	0	1	1	0	H	1		
8 ¹	0	1	1	1	I			1
9	1	0	0	0	E	?	?	
10	1	0	0	1	G	?	?	
11 ²	1	0	1	0	F		1	
12 ²	1	0	1	1	G		1	
13	1	1	0	0	C	1		
14 ¹	1	1	0	1	I			1
15 ²	1	1	1	0	H		1	
16 ^{1,2}	1	1	1	1	I			1

¹ Nous considérons que quand un segment du marché et un système technologique existent à l'intérieur de l'entreprise ("1" sur la colonne 2&4) cela signifie que ce système technologique est vendu à ce marché spécifique.

² Nous considérons que quand un segment du marché et un système technologique existent à l'extérieur de l'entreprise ("1" sur la colonne 1&3) cela signifie que ce système technologique est vendu à ce marché spécifique.

*Nous utilisons la notation mathématique \exists , qui signifie « il existe (au moins un) ».

Tableau 7. Table vérité

Notre conclusion, du fait que il y ait des difficultés pour classer certaines lignes, est que les quatre entrées que nous avons proposées ne nous permettent pas encore de classer tous les projets d'innovation en une des trois catégories que nous avons définies comme sortie, soit : la différenciation, la neutralisation ou l'optimisation, sans ambiguïté. Notre réaction a donc été de chercher et de réfléchir sur l'information manquante dans les entrées pour nous permettre de classer sans ambiguïté les projets d'innovation.

Cette réflexion a donné lieu à notre deuxième modèle que nous exposons dans la suite de ce document.

2.5.2. PROPOSITION D'UN DEUXIEME MODELE DE CLASSIFICATION DE PROJETS D'INNOVATION DE BIENS D'EQUIPEMENT.

Nous nous sommes rendu compte que parmi les projets que nous n'arrivons pas à classer (lignes 9 et 10 du tableau 7), le doute était toujours présent dans la classification entre une différenciation ou une neutralisation. Nous avons voulu explorer les raisons qui nous ont amené à avoir ce doute.

Commençons par analyser la ligne 9 du tableau 7. Le segment de marché existe déjà mais l'entreprise n'est pas présente. Ce système technologique n'existe pas (d'autres

entreprises vendent un système technologique différent sur ce marché). L'entreprise veut créer un système technologique complètement nouveau pour adresser ce marché. La difficulté dans ce cas est d'estimer si le fait que l'entreprise soit une deuxième entrante l'amène à se positionner comme une neutralisation ou bien si le fait que son système technologique soit complètement nouveau puisse créer une différenciation.

Finalement, dans la ligne 10, le segment de marché existe déjà mais l'entreprise référentielle n'est pas présente. Ce système technologique existe pour l'entreprise référentielle, mais pas chez les autres entreprises. L'entreprise veut donc commencer à vendre un système technologique (qu'elle est la seule à produire) sur ce marché déjà existant (mais nouveau pour l'entreprise). Ici nous ne pouvons pas affirmer si le changement apporté par ce système technologique est suffisamment radical pour créer une différenciation ou bien s'il représentera plutôt une neutralisation.

Nous avons pu remarquer dans cette analyse qu'il nous manque l'information sur les attentes de l'entreprise sur le projet lui-même. Pour pouvoir distinguer la différenciation de la neutralisation nous avons besoin de savoir si l'entreprise a la volonté que ce projet soit le leader ou pas sur le segment ciblé du marché. Dans le cas positif, la stratégie concernant le projet ne sera pas la même que dans le cas où il serait conçu pour rivaliser sans prétention d'être le leader du marché. Ces réflexions nous ont amenés à proposer une cinquième entrée:

5- L'entreprise référentielle s'attend à ce que ce projet soit le leader (ou assure le leadership) sur ce segment du marché.

Nous avons donc créé le tableau 8 où nous trouvons toutes les combinaisons possibles de nos cinq entrées. Dans ce tableau nous démontrons comment nous lions ces entrées à la classification de projets d'innovation de biens d'équipement parmi les catégories de différenciation, la neutralisation ou l'optimisation. La liaison entre les entrées et les sorties a été réalisée en suivant le même protocole du premier modèle, c'est-à-dire à travers d'une analyse en groupe (groupe formé de chercheurs appartenant au laboratoire ERPI).

Ce tableau est lui aussi conçu en forme d'une table vérité (logique Booléenne). Comme il y a toujours 2^n lignes dans la table vérité pour une fonction avec n variables d'entrée, nous allons avoir maintenant 2^5 , c'est-à-dire 32 lignes.

Ainsi, sur le tableau 8, nous trouverons la classification de ces profils de projets d'innovation comme étant l'une des sorties: différenciation, neutralisation ou optimisation. Sur ce tableau nous donnons aussi plus de détails sur les raisons nous menant à classer chaque projet comme une différenciation, une neutralisation ou une optimisation.

Les titres des colonnes A, B, C, D et E du tableau 8 sont décrits ci-dessous :

- A- Ce segment de marché est déjà adressé par d'autres entreprises
- B- L'entreprise référentielle adresse déjà ce segment de marché
- C- Le système Technologique existe (à l'extérieur de l'entreprise référentielle)
- D- Le système Technologique existe à l'intérieur de l'entreprise référentielle
- E- L'entreprise référentielle s'attend à ce que ce projet soit le leader (ou assure le leadership) sur ce segment du marché.

Identification Project (Profil d'innovation)	A	B	C	D	E	Différenciation			Neutralisation	Optimisation	Objectif du projet	Description des Entrées
0 (A)	0	0	0	0	0	-	-	-			Combinaison invalide : Comme le marché est complètement nouveau d'un point de vue mondial, l'entreprise sera nécessairement le leader.	Ni le système technologique ni le marché n'existent du point de vue mondial.
1 (A)	0	0	0	0	1	1	0	0			Créer une solution complètement nouvelle pour le monde (un nouveau marché pour un nouveau système technologique).	
2 (B)	0	0	0	1	0	-	-	-			Combinaison invalide : En créant un marché complètement nouveau d'un point de vue mondial l'entreprise sera nécessairement le leader.	Le marché n'existe pas du point de vue mondial. Ce système technologique existe chez l'entreprise référentielle, mais pas à l'extérieur.
3 (B)	0	0	0	1	1	1	0	0			Créer un nouveau marché pour un système technologique qui existe déjà chez l'entreprise référentielle.	
4 (D)	0	0	1	0	0	-	-	-			Combinaison invalide: En créant un marché complètement nouveau d'un point de vue mondial l'entreprise sera nécessairement le leader.	Le marché n'existe pas du point de vue mondial. Ce système technologique existe à l'extérieur de l'entreprise mais pas chez l'entreprise référentielle (les autres entreprises adressent d'autres marchés avec ce système technologique).
5 (D)	0	0	1	0	1	1	0	0			Créer une nouvelle opportunité de marché en développant un système technologique actuellement fabriqué par d'autre entreprises.	
6 (B)	0	0	1	1	0	-	-	-			Combinaison invalide : En créant un marché complètement nouveau d'un point de vue mondial l'entreprise sera nécessairement le leader.	Le marché n'existe pas du point de vue mondial. Ce système technologique existe déjà chez l'entreprise référentielle et aussi chez d'autres entreprises.
7 (B)	0	0	1	1	1	1	0	0			Créer une nouvelle opportunité de marché pour un système technologique actuellement fabriqué par l'entreprise référentielle et aussi par d'autres entreprises.	
8 (C)	0	1	0	0	0	-	-	-			Combinaison invalide : Quand l'entreprise est la seule présente sur le marché (situation de monopôle), elle sera nécessairement le leader.	L'entreprise référentielle est la seule à adresser ce marché. Ce système technologique n'existe pas du point de vue mondial (l'entreprise référentielle vend, sur ce marché, un système technologique différent de celui qui sera développé).
9 (C)	0	1	0	0	1	1	0	0			Créer un système technologique complètement nouveau du point de vue mondial pour adresser un marché où l'entreprise référentielle est déjà présente (et en situation de monopôle avec un système technologique différent de celui qui sera développé).	
10 (I)	0	1	0	1	0	-	-	-			Combinaison invalide : Quand l'entreprise est la seule présente sur le marché (situation de monopôle), elle sera nécessairement le leader.	L'entreprise référentielle est la seule à adresser ce marché. Ce système technologique existe chez l'entreprise référentielle, mais pas à l'extérieur.
11 (I) ¹	0	1	0	1	1	0	0	1			Retravailler un système technologique existant pour adresser un marché où l'entreprise est en situation de monopôle (la raison peut être, par exemple, réduire des coûts pour augmenter les marges et les profits).	
12 (H)	0	1	1	0	0	-	-	-			Combinaison invalide : Quand l'entreprise est la seule présente sur le marché (situation de monopôle), elle sera nécessairement le leader.	L'entreprise référentielle est la seule à adresser ce marché. Ce système technologique existe à l'extérieur de l'entreprise mais pas chez l'entreprise référentielle (les autres entreprises adressent d'autres marchés avec ce système technologique).
13 (H)	0	1	1	0	1	1	0	0			Copier un système technologique existant chez d'autres entreprises et l'introduire sur un marché où l'entreprise référentielle est déjà présente avec un système technologique différent de celui-ci (et est situation de monopôle).	
14 (I) ¹	0	1	1	1	0	-	-	-			Combinaison invalide : Quand l'entreprise est la seule présente sur le marché (situation de monopôle), elle sera nécessairement le leader.	L'entreprise référentielle est la seule à adresser ce marché. Ce système technologique existe déjà chez l'entreprise référentielle et aussi chez d'autres entreprises (les autres entreprises adressent différents marchés avec ce système technologique).
15 (I) ¹	0	1	1	1	1	0	0	1			Retravailler un système technologique existant pour adresser un marché où l'entreprise est déjà en situation de monopôle (la raison peut être, par exemple, réduire des coûts pour augmenter les marges et les profits).	
16 (E)	1	0	0	0	0	0	1	0			Créer un système technologique complètement nouveau du point de vue mondial (qui ne sera pas nécessairement mieux que les alternatives existantes), pour adresser un marché existant pour d'autres entreprises mais où l'entreprise référentielle n'est pas encore présente.	Le marché existe déjà, mais l'entreprise référentielle n'est pas encore présente. Ce système technologique n'existe pas du point de vue mondial (les autres entreprises vendent un système technologique différent de celui qui sera développé sur ce marché).
17 (E)	1	0	0	0	1	1	0	0			Créer un système technologique complètement nouveau du point de vue mondial (qui sera potentiellement la meilleure alternative existante), pour adresser un marché existant pour d'autres entreprises mais où l'entreprise référentielle n'est pas encore présente.	

¹ Nous considérons que quand un segment de marché et un système technologique existent à l'intérieur de l'entreprise ("1" sur la colonne B&D) cela signifie que ce système technologique est vendu à ce marché spécifique.

Identification Project (Profil d'innovation)	A	B	C	D	E	Différenciation		Optimisation	Objectif du projet	Description des Entrées
						Neutralisation	Optimisation			
18 (G)	1	0	0	1	0	0	1	0	Vendre un système technologique que l'entreprise référentielle est la seule à fabriquer (et qui ne sera pas nécessairement mieux que les alternatives existantes), sur ce marché existant pour d'autres entreprises (mais nouveau pour l'entreprise référentielle).	Le marché existe déjà, mais l'entreprise référentielle n'est pas encore présente. Ce système technologique existe chez l'entreprise référentielle mais pas chez d'autres entreprises (les autres entreprises vendent un système technologique différent de celui qui sera développé sur ce marché et l'entreprise référentielle vend déjà ce système technologique mais sur un autre marché).
19 (G)	1	0	0	1	1	1	0	0	Vendre un système technologique que l'entreprise référentielle est la seule à fabriquer (et qui sera la meilleure alternative existante), sur ce marché existant pour d'autres entreprises (mais nouveau pour l'entreprise référentielle).	Le marché existe déjà, mais l'entreprise référentielle n'est pas encore présente. Ce système technologique existe à l'extérieur de l'entreprise mais pas chez l'entreprise référentielle (les autres entreprises adressent ce marché avec ce système technologique).
20 (F) ²	1	0	1	0	0	0	1	0	Copier un système technologique existant pour adresser un marché existant (mais nouveaux pour l'entreprise référentielle).	Le marché existe déjà, mais l'entreprise référentielle n'est pas encore présente. Ce système technologique existe à l'extérieur de l'entreprise mais pas chez l'entreprise référentielle (les autres entreprises adressent ce marché avec ce système technologique).
21 (F)	1	0	1	0	1	-	-	-	Combinaison invalide : En « copiant » un système technologique existant à être proposé à un marché existant, l'entreprise référentielle ne peut pas s'attendre être le leader.	
22 (G) ²	1	0	1	1	0	0	1	0	Introduire un système technologique existant (pour l'entreprise référentielle et aussi pour d'autres entreprises) sur un marché qui est nouveau pour l'entreprise référentielle (mais pas pour les autres).	Le marché existe déjà, mais l'entreprise référentielle n'est pas présente. Ce système technologique existe déjà pour l'entreprise référentielle et pour les autres entreprises.
23 (G) ²	1	0	1	1	1	-	-	-	Combinaison invalide : Quand le système technologique est déjà le présent sur le marché, l'entreprise ne peut pas s'attendre d'être le leader.	
24 (C)	1	1	0	0	0	0	1	0	Créer un système technologique complètement nouveau du point de vue mondial (qui ne sera pas nécessairement mieux que les alternatives existantes) pour un marché existant pour l'entreprise référentielle et aussi pour les autres entreprises.	Le marché pour commercialiser ce système technologique existe déjà pour l'entreprise référentielle et pour d'autres entreprises. Ce système technologique n'existe pas (l'entreprise référentielle et les autres entreprises adressent ce marché avec des systèmes technologiques différents de celui qui sera développé).
25 (C)	1	1	0	0	1	1	0	0	Créer un système technologique complètement nouveau du point de vue mondial (qui sera potentiellement la meilleure alternative existante), pour un marché existant pour l'entreprise référentielle et aussi pour les autres entreprises.	
26 (I) ¹	1	1	0	1	0	0	0	1	Retravailler un système technologique qui existe seulement chez l'entreprise référentielle pour adresser un marché existant où l'entreprise référentielle n'est pas le leader (réduit des coûts pour augmenter les marges et les profits).	Le marché pour commercialiser ce système technologique existe déjà pour l'entreprise référentielle et pour d'autres entreprises. Ce système technologique existe chez l'entreprise référentielle mais pas chez les autres entreprises (les autres entreprises vendent un système technologique différent de celui qui sera développé sur ce marché).
27 (I) ¹	1	1	0	1	1	0	0	1	Retravailler un système technologique qui existe seulement chez l'entreprise référentielle pour adresser un marché existant où l'entreprise référentielle est déjà le leader (réduit des coûts pour augmenter les marges et les profits).	
28 (H) ²	1	1	1	0	0	0	1	0	Copier le système technologique de leur concurrent pour adresser ce marché déjà existant.	Le marché pour commercialiser ce système technologique existe déjà pour l'entreprise référentielle et pour d'autres entreprises. Ce système technologique existe chez d'autres entreprises, mais pas chez l'entreprise référentielle (l'entreprise référentielle adresse ce marché avec un système technologique différent de celui de ses concurrents).
29 (H) ²	1	1	1	0	1	-	-	-	Combinaison invalide : En « copiant » un système technologique existant à être proposé à un marché existant, l'entreprise référentielle ne peut pas s'attendre être le leader.	
30 (I) ^{1,2}	1	1	1	1	0	0	0	1	Retravailler un système technologique existant pour un marché où l'entreprise référentielle et d'autres entreprises sont déjà présentes (la raison peut être, par exemple, réduire des coûts pour augmenter les marges et les profits).	Le marché pour commercialiser ce système technologique existe déjà pour l'entreprise référentielle et pour d'autres entreprises. Ce système technologique existe déjà pour l'entreprise référentielle et pour d'autres entreprises.
31 (I)	1	1	1	1	1	-	-	-	Combinaison invalide : Quand le système technologique est déjà le présent sur le marché, l'entreprise ne peut pas s'attendre d'être le leader.	

Note: 1= identification positive; 0= identification négative, "-": Combinaison pas faisable (non applicable).

Tableau 8. Table vérité- Projets d'Innovation classifiés dans l'optique d'une entreprise référentielle

² Nous considérons que quand un segment de marché et un système technologique existent à l'extérieur de l'entreprise ("1" sur la colonne A&C) cela signifie que ce système technologique est vendu à ce marché spécifique.

Nous pouvons remarquer qu'il existe douze combinaisons d'entrées (12 lignes) qui ne sont pas faisables pour des raisons qui sont expliquées sur le tableau. Les autres combinaisons ont été attribuées à une des trois catégories proposées comme sortie. Ainsi, notre conclusion, décelée à partir du tableau ci-dessus, est qu'il représente un moyen fiable pour identifier les types de projets d'innovation utilisant la logique Booléenne. Cette logique fournit des classifications, sans aucune ambiguïté, des projets d'innovation en différenciation, neutralisation ou optimisation.

Nous pouvons maintenant à partir de la table de vérité, et en utilisant la logique booléenne, trouver la fonction logique associé à notre classification pour chaque sortie :

$$\begin{aligned}
 \text{Différenciation} &= \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D}\overline{E} + \overline{A}\overline{B}\overline{C}D\overline{E} + \overline{A}\overline{B}C\overline{D}\overline{E} + \overline{A}\overline{B}CD\overline{E} + \overline{A}B\overline{C}\overline{D}\overline{E} + \overline{A}B\overline{C}D\overline{E} + \overline{A}BC\overline{D}\overline{E} + \overline{A}BCD\overline{E} + A\overline{B}\overline{C}\overline{D}\overline{E} \\
 \text{Neutralisation} &= \overline{A}\overline{B}\overline{C}\overline{D}\overline{E} + \overline{A}\overline{B}\overline{C}D\overline{E} + \overline{A}\overline{B}C\overline{D}\overline{E} + \overline{A}\overline{B}CD\overline{E} + \overline{A}B\overline{C}\overline{D}\overline{E} + \overline{A}B\overline{C}D\overline{E} \\
 \text{Optimisation} &= \overline{A}\overline{B}\overline{C}D\overline{E} + \overline{A}\overline{B}CDE + \overline{A}B\overline{C}\overline{D}\overline{E} + \overline{A}B\overline{C}DE + \overline{A}BCD\overline{E}
 \end{aligned}$$

Équation 1. Fonctions logiques associées aux sorties de notre modèle¹

L'autre avantage d'utiliser la logique Booléenne est qu'il y existe des axiomes et de théorèmes qui peuvent être utilisés pour manipuler une expression Booléenne algébriquement ; ces règles peuvent être utilisées pour réduire au minimum une fonction. La minimisation d'une expression algébriquement implique l'application des propriétés booléennes (associative, commutative, complémentarité, etc.) à plusieurs reprises, au encore nous pouvons utiliser le diagramme de Karnaugh. Nous n'avons pas comme objectif d'expliquer les détails de la minimisation de ces fonctions logiques ; nous avons choisi de simplement présenter le résultat de la minimisation de ces fonctions :

$$\begin{aligned}
 \text{Différenciation} &= \overline{A}\overline{B}E + \overline{B}\overline{C}E + \overline{A}\overline{D}E + \overline{C}\overline{D}E \\
 \text{Neutralisation} &= \overline{A}\overline{B}E + \overline{A}\overline{D}E \\
 \text{Optimisation} &= \overline{A}BDE + \overline{A}B\overline{D}E + \overline{B}\overline{C}DE
 \end{aligned}$$

Équation 2. Fonctions logiques minimisées associées aux sorties de notre modèle¹

Encore pour illustrer, nous pouvons aussi représenter ces fonctions en forme d'un circuit logique utilisant des portes automatiques :

¹ En algèbre booléenne, il existe trois fonctions de base : ET (représentée par une multiplication), OU (représentée par une addition) et NON (représentée par des barres sur les lettres).

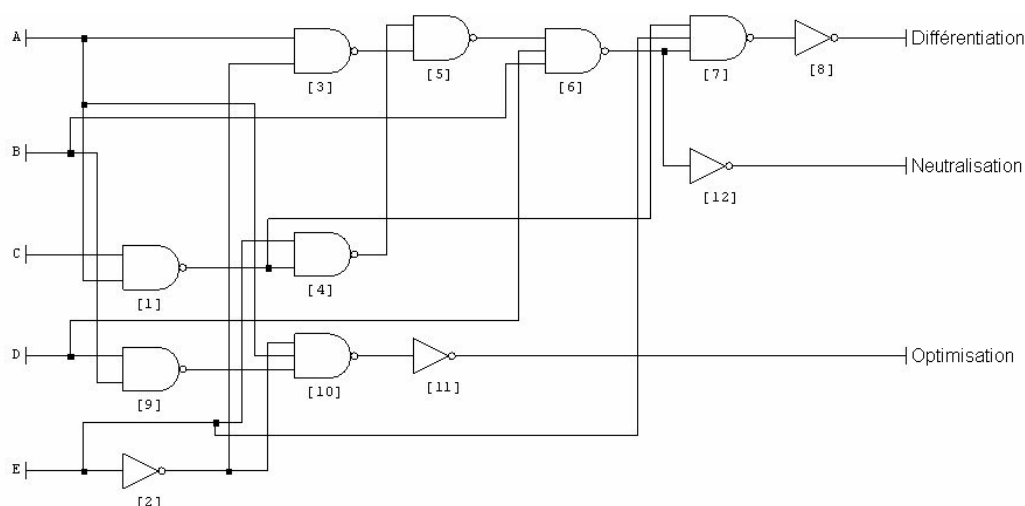


Figure 34. Classification représentée en forme d'un circuit logique

Les propriétés de la logique Booléenne nous permettent de réduire au minimum notre table vérité présentée dans le tableau 8. Cette minimisation est présentée dans le tableau 9:

Entrées [0=Non, 1=Oui, X="0" ou "1"]					Sorties [0= Identification négative, 1= Identification positive]		
Segment de Marché \exists^1 (en dehors de l'entreprise référentielle)	Segment de Marché \exists^1 pour l'entreprise référentielle	Système Technologique \exists^1 (en dehors de l'entreprise référentielle)	Système Technologique \exists^1 pour l'entreprise référentielle	Leadership souhaité?	Différenciation	Neutralisation	Optimisation
X	1	0	1	1	0	0	1
1	1	X	1	0	0	0	1
0	1	X	1	1	0	0	1
1	X	X	0	0	0	1	0
1	0	X	X	0	0	1	0
0	X	X	0	1	1	0	0
0	0	X	X	1	1	0	0
X	X	0	0	1	1	0	0
X	0	0	X	1	1	0	0

Note: 1= identification positive; 0= identification négative ; X = peut adopter une identification positive ou négative.

Tableau 9. Table vérité minimisée- Projets d'Innovation classifiés dans l'optique d'une entreprise référentielle

Dans la table vérité minimisée (tableau 9) nous pouvons visualiser plus facilement les caractéristiques des entrées pour chaque classification/catégorie de projet.

Il est important de souligner que cette classification est relative (quant à l'entreprise utilisée comme référentiel). Par exemple, ce qu'une entreprise classe comme étant une neutralisation, peut être classifié comme une optimisation chez une autre entreprise (car cela

¹ Nous utilisons la notation mathématique \exists , qui signifie « il existe (au moins un) ».

dépend du référentiel). L'important reste que les procédures pour développer par exemple, des projets de neutralisation seront plus appropriés à une entreprise et les procédures de développement d'optimisation seront plus appropriées à l'autre entreprise. Les résultats finaux pour les deux entreprises peuvent peut-être être les mêmes mais le processus et les compétences nécessaires pour atteindre ce résultat différeront significativement. Cependant cela n'influence pas le processus d'identification pour déterminer la classification d'un projet d'innovation. Dans la section suivante nous allons détailler comment le modèle doit être appliqué.

3. LE PAS A PAS DE L'APPLICATION DU MODELE POUR LA CLASSIFICATION DES PROJETS D'INNOVATION DE BIENS D'EQUIPEMENT

Maintenant que nous avons construit un modèle ayant des entrées et des sorties bien définies, nous allons présenter le pas à pas pour la classification des projets d'innovation de biens d'équipement.

Nous soulignons qu'il est très important de réaliser cette classification au moment correspondant au « gate 3 » du Stage-Gate System® (Cooper, 2008) et de la refaire postérieurement dans le cas où des données d'entrée auraient été altérées au cours du projet. Nous précisons cela car s'il y a altération dans le segment de marché visé, ou encore dans l'environnement compétitif (aspect marketing ou technologique), il y aura altération dans le résultat de la classification du projet et conséquemment dans les bonnes pratiques à adopter pendant la phase de développement du projet.

Nous avons divisé le modèle en trois étapes : les étapes 1 et 2 sont des étapes d'analyse et de recueil des données d'entrées et dans l'étape 3 nous avons le résultat de la classification.

Nous allons décrire maintenant chaque étape du modèle, qui s'applique à un projet d'innovation donné à l'intérieur d'une entreprise donnée :

▪ Etape 1

Spécifier le projet d'innovation qui sera analysé.

Pour ce projet définir :

- Le système technologique qui sera utilisé ou développé.
- Le segment de marché visé (pour faire cela nous recommandons d'utiliser la méthode de segmentation de marché suggérée dans la figure 33).

▪ Etape 2

Répondre par vrai ou faux les 5 questions portées sur le projet définie à l'étape 1 (sur la table vérité vrai= 1 et faux=0):

- A- Ce segment de marché est déjà adressé par d'autres entreprises
- B- L'entreprise référentielle* adresse déjà ce segment de marché
- C- Le système Technologique existe (à l'extérieur de l'entreprise référentielle*)
- D- Le système Technologique existe à l'intérieur de l'entreprise référentielle*
- E- L'entreprise référentielle s'attend à ce que ce projet soit le leader (ou assure le leadership) sur ce segment du marché.

* l'entreprise référentielle est celle pour et par qui l'analyse est effectuée.

▪ Etape 3

Selon les réponses données à l'étape 2 nous avons le résultat de la classification à partir de la table vérité présenté précédemment (tableau 8).

Le projet sera classifié comme étant une différenciation, neutralisation ou optimisation. Sur le tableau 8, chaque profil de projet d'innovation a également une description des objectifs qui présentent les points importants à considérer pendant le développement du projet.

▪ Le modèle complet

Nous synthétisons le pas à pas du modèle pour classifier les projets d'innovation de biens d'équipement dans la figure suivante :

Nom du projet, Nom de l'entreprise			
ENTREES (inputs)	Etape 1 – Pour ce projet:		
	- Définir le segment de marché visé (figure 32).		
	- Définir le système technologique.		
	Etape 2 – Prenant en compte les définitions de l'étape 1:		
	Merci d'indiquer si les affirmations suivantes sont:	Vrai	Fausse
	Ce segment de marché est déjà adressé par d'autres entreprises	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
L'entreprise référentielle adresse déjà ce segment de marché	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Le système Technologique existe (à l'extérieur de l'entreprise référentielle)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Le système Technologique existe à l'intérieur de l'entreprise référentielle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
L'entreprise référentielle s'attend à ce que ce projet soit le leader (ou assure le leadership) sur ce segment du marché.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
SORTIES	Etape 3 - Résultat de la Classification		
	Différenciation, Neutralisation ou Optimisation.		

Figure 35. Etapes du modèle de classification de projets d'innovation

4. REPONSES THEORIQUES

Nous considérons que le modèle de classification de projets d'innovation de biens d'équipement, que nous avons proposé dans ce chapitre, représente une réponse théorique aux problématiques industrielles et de recherche que nous avons formulé dans les chapitres précédents (chapitre 2 et 3). Notre objectif maintenant est d'appliquer le modèle sur des projets concrets de façon à pouvoir le valider sur un plan expérimental et d'apporter des réponses pratiques à l'industrie de biens d'équipements.

Nous nous situons, à la fin de ce chapitre, au moment de la transition illustrée dans la figure suivante :

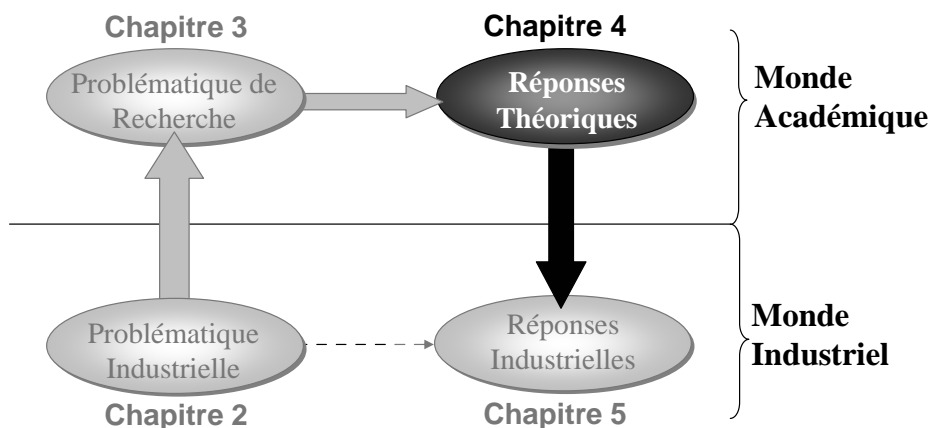


Figure 36. Articulation des chapitres : De la formulation des réponses théoriques à la proposition des réponses industrielles

Dans le prochain chapitre nous allons détailler cinq des six projets que nous avons choisi d'utiliser comme étude de cas et ensuite nous allons procéder à leur classification en utilisant notre proposition. Cette action nous permettra d'en tirer quelques conclusions concernant les bonnes pratiques à adopter par catégorie de projet.

Chapitre 5. Application du modèle de classification et segmentation des projets d'innovation de biens d'équipement

Notre objectif dans le Chapitre 5 est de valider la méthode de classification des projets d'innovation des biens d'équipement proposée dans le chapitre précédent. De plus, nous présenterons les six cas d'étude qui ont constitué le terrain et nous procéderons à leur classification.

Nous finirons par présenter nos conclusions par rapport à l'application du modèle et par suggérer des bonnes pratiques en termes de management pour chaque catégorie de projets (différenciation, neutralisation et optimisation).

1. L'EXPERIMENTATION

Dans le chapitre précédent nous avons détaillé le déroulement de notre démarche de recherche basée sur la construction d'un modèle de classification de projets d'innovation de biens d'équipement. Nous avons souhaité tester cette démarche.

Les objectifs de l'expérimentation se fondent sur des principes constructivistes, au sens de (Le Moigne, 1990), et les questions auxquelles nous voulons répondre sont les suivantes:

- La démarche est-elle pertinente : en utilisant la démarche, les managers génèrent-ils des informations qui peuvent être valorisées ultérieurement dans les autres phases du projet ?
- La démarche s'intègre-t-elle au processus d'innovation : les informations issues de la démarche sont-elles des ressources pour des démarches de gestion de projet d'innovation ?
- La démarche est-elle « enseignable » : les managers peuvent-ils l'adopter et la maîtriser dans le cadre d'un projet innovant ?

L'expérimentation a permis également de collecter des données relatives à la pratique : quelles sont les étapes les plus difficiles à mener pour les managers ? Quelles sont les phases qui nécessiteraient un outil logiciel? Quelles sont les bonnes pratiques à adopter selon la catégorie des projets d'innovation ?

1.1. ORGANISATION DE L'EXPERIMENTATION ET PROTOCOLE

Nous avons réalisé nos expérimentations sur des projets de développement de nouveaux produits au sein de Converteam. Ce sont des projets pilotés par le département R&D de Converteam où pour chacun d'entre eux il existe un chef de projet et une équipe projet qui peut avoir ou non des membres venant d'autres départements (achats, commercial, marketing, production, etc.). Nous avons directement intégré les équipes de deux de ces projets, sachant que notre rôle était de contribuer essentiellement à la phase d'analyse de marché, de l'environnement compétitif et de diffusion sur le marché et, plus indirectement, nous avons observé quatre autres projets. Nous avons suivi un total de six projets. Pour l'un des projets, nous sommes tenus par des clauses de confidentialité. Pour ce projet, nous n'allons pas pouvoir donner la description technique, les cinq autres projets seront détaillés dans ce chapitre. Dans le tableau suivant les six projets utilisés dans cette expérimentation sont répertoriés :

	Nom du Projet
I	Technologie des moteurs à grande vitesse (MGV)
II	Moteurs à grande vitesse (MGV) pour gaz corrosif
III	Moteur Supraconducteur
IV	« Petits » Moteurs (de 300kw à 3MW)
V	Projet V (confidentiel)
VI	Pump Jet POD

Tableau 10. Projets utilisés dans l'expérimentation

Parmi ces projets, deux d'entre eux nous ont aidé à mettre au point notre méthodologie. Il s'agit du projet I et V (MGV). Pour ces deux projets, nous avons participé aux réunions et à la collecte d'informations pour la réalisation du projet. Ces deux projets nous ont servi à construire notre démarche et à la mettre au point. Les quatre restants nous ont servi à tester la totalité de la démarche et à exploiter les résultats qu'elle donne. En termes de protocole, les étapes suivantes ont été menées :

- séance de travail : participation aux réunions hebdomadaires du comité de pilotage des projets R&D, récolte des informations disponibles sur les projets,
- pour certaines réunions des enregistrements audio ont été réalisés pour mieux exploiter les informations discutées,
- collecte des informations détaillées sur le terrain. Certains projets ont nécessité un entretien individuel avec les porteurs du projet pour mieux comprendre le contexte du produit et les objectifs des différents acteurs.
- application d'un questionnaire, recueil des informations sur chaque projet.
- mise en oeuvre de la démarche, avec la classification des projets dans les catégories.

- analyse des résultats de la démarche,
- bilan de la valorisation des résultats de la démarche.

Pour collecter les réponses, nous avons privilégié le questionnaire papier avec interview (comme nous avons précisé dans le chapitre 1, paragraphe méthodologie). Nous présentons les principales données collectées à propos des projets dans la section suivante.

1.2. CONSTITUTION DU PANEL EXPERIMENTAL

Le choix des projets expérimentaux a été réalisé selon les critères suivants :

- degré d'avancement du projet : nous avons retenu des projets qui se situaient au plus tôt en phase de définition de l'activité (« stage 2 » du Stage-Gate System® de Cooper, 2008), sachant que la majorité se trouvaient dans la phase de développement (« stage 3 » du Stage-Gate System® de Cooper, 2008) et d'autres projets étaient déjà finis.
- l'implication de la direction et des partenaires : Nous avons choisi de travailler sur des projets dont l'impulsion était donnée par une volonté stratégique.

Ci-après un tableau regroupant quelques informations nous permettent d'avoir une idée de la temporalité et des enjeux financiers de chaque projet :

	Nom du Projet	Date début du Projet	Date fin (ou prévue):	Statut	Budget	Date de mise au marché :
I	Technologie MGV	1986	1989	Fini	-	1992
II	MGV pour gaz corrosif	Juin 2009	Fin 2011	En cours	2142 k€	2012
III	Moteur Supraconducteur	2003	2008	Fini	500 k€	Pas de perspective
IV	Moteurs 300kw à 3MW	2009	2010	En cours	320k€	2011
V	Projet V (confidentiel)	Mai 2009	Fin 2011	En cours	-	Fin 2011
VI	Pump Jet POD	2005	-	En «hold» depuis 2010	1500k€	Juin 2010

Tableau 11. Caractéristiques des projets retenus pour l'expérimentation

Ce tableau nous permet de voir que les enjeux financiers et temporels relatifs aux projets d'innovation dans le domaine des biens d'équipement sont assez conséquents. Les budgets élevés et le temps de développement, qui se compte en année, augmentent le poids des décisions prises avant le démarrage du projet. D'où l'importance d'explicitier les objectifs à atteindre avec ces projets le plus tôt possible.

Afin de tracer un profil général des ces projets nous avons élaboré des questions à partir des critères que nous avons fixés dans la grille d'observation présentée dans le chapitre 1 (paragraphe « élaboration d'une grille d'observation »). Ce questionnaire est composé de deux parties : une première ayant des questions ouvertes et une deuxième ayant essentiellement des affirmations et où infirmations. L'objectif de ce questionnaire était surtout de nous donner un aperçu général des principales caractéristiques de chaque projet. Le questionnaire est présenté ci-dessous :

Première Partie : Questions sur les caractéristiques du projet
<p>1. D'où l'investissement pour ce projet provient-il ?</p> <p>A: 100 % de l'entreprise B: Investissement en partenariat avec une autre société C: En partie Converteam et en partie financement public D: Autre</p>
<p>2. Ce projet implique-t-il des parties externes à l'entreprise?</p> <p>A: Oui, qui ? _____ B: Non</p>
<p>3. Ce projet implique-t-il la collaboration de différentes unités du groupe ?</p> <p>A: Oui, lesquelles ? _____ B: Non</p>
<p>4. Le produit sera / a été lancé sur le marché :</p> <p>A : Trop tard, en retard par rapport aux concurrents B : Conformément aux attentes actuelles du marché C : En avance comparé à la demande actuelle du marché, difficultés pour le vendre</p>
<p>5. À votre avis, quelle est la chance de succès pour ce projet ? _____ %</p>

Tableau 12. Premier partie : questions sur les caractéristiques du projet

Deuxième Partie : Affirmations
Indiquez si vous êtes d'accord, pas d'accord, ou si vous n'avez pas d'avis à propos des sentences suivantes :
6. Le temps dépensé pour achever ce projet est (a été) en ligne avec ce qui a été prévu sur le planning initial.
7. L'équipe de développement est composée par des collaborateurs venant de différents départements de l'entreprise (achats, ingénierie, R&D, qualité, ventes/marketing, gestion de projet, services, finance, ressources humaines, etc.).
8. Il y a (il y a eu) des processus de contrôle formels d'avancement pendant l'avancement du projet.
9. Le responsable par le projet est (a été) très ouvert à la mise en oeuvre des idées venant de son équipe
10. La majorité de l'équipe a (a eu) une autonomie pour prendre des décisions dans leur domaine de compétences respectif.
11. Les collaborateurs qui ne sont pas impliqués dans le projet sont continuellement informés de son progrès.
12. Tous les membres de l'équipe sont (étaient) clairement informés de l'objectif principal à atteindre depuis le début du projet.
13. Ce projet implique l'application des connaissances de haute technologie.
14. L'entreprise a la connaissance nécessaire pour développer ce projet sans aide extérieure.

Tableau 13. Deuxième partie : affirmations

Nous avons rempli ce questionnaire avec les équipes travaillant sur chacun de ces 6 projets. Nous avons rencontré les principaux acteurs et rempli les questionnaires en leur posant nous-mêmes les questions. Les réponses sont transcrites dans les tableaux ci-dessous.

Questions	Projet I	Projet II	Projet III	Projet IV	Projet V	Projet VI
1	-	C	C	A	A	B
2	-	B	A	C	B	A
3	-	B	B	B	A	A
4	-	B	C	B	B	C
5	-	80	70	80	80	50
6	-	Oui	Non	Non	Non	Non
7	-	Oui	Non	Oui	Non	Oui
8	-	Non	Oui	Non	Non	Oui
9	-	Oui	Oui	Non	Oui	Oui
10	-	Oui	Oui	Non	Non	Oui
11	-	Non	Non	Non	Non	Non
12	-	Oui	Oui	Non	Non	Non
13	-	Oui	Oui	Non	Oui	Oui
14	-	Non	Non	Oui	Oui	Non

Tableau 14. Réponses du questionnaire par projet

Nous pouvons souligner le fait que les projets de développement de nouveaux produits dans l'industrie de biens d'équipement sont des projets qui se déroulent pendant plusieurs années et entraînent des investissements assez conséquents. Les informations récoltées avec ce questionnaire nous ont aidé dans la compréhension et dans la caractérisation de chaque projet. Nous allons coupler ces informations avec une brève description du contexte technique de chaque projet, pour ensuite passer à l'analyse de la classification de ceux-ci en utilisant notre modèle.

2. DESCRIPTION DU CONTEXTE TECHNIQUE DES PROJETS

2.1. PROJET I : TECHNOLOGIE DES MOTEURS A GRANDE VITESSE (MGV)

Au cours de la thèse nous nous sommes intéressés aux besoins de l'industrie du pétrole et du gaz et plus particulièrement à l'entraînement de compresseurs et pompes. Les solutions d'entraînement disponibles sur le marché sont: les turbines à vapeur ou à gaz (solution mécanique); les moteurs électriques (synchrones ou à induction) associés à une boîte de vitesses ou à un accouplement hydraulique, et plus récemment les moteurs à induction à grande vitesse fournissant un entraînement direct.

Ainsi, actuellement les options les plus utilisées pour entraîner ces équipements sont :

- Turbines à gaz ou à vapeur (voir A de la figure 37)
- Moteurs électriques traditionnels + Boite de vitesse ou accouplement hydraulique (voir B, C de la figure 37)

Pour répondre aux besoins du marché du pétrole et du gaz Convertteam a développé, à la fin des années 80, un moteur électrique unique dans le monde : le moteur à grande vitesse (MGV). Ce moteur est désormais une troisième solution pour l'entraînement de compresseurs et pompes :

- Entraînement direct : Moteur à grande vitesse (MGV) (voir D de la figure 37)

La figure suivante illustre les différentes solutions :

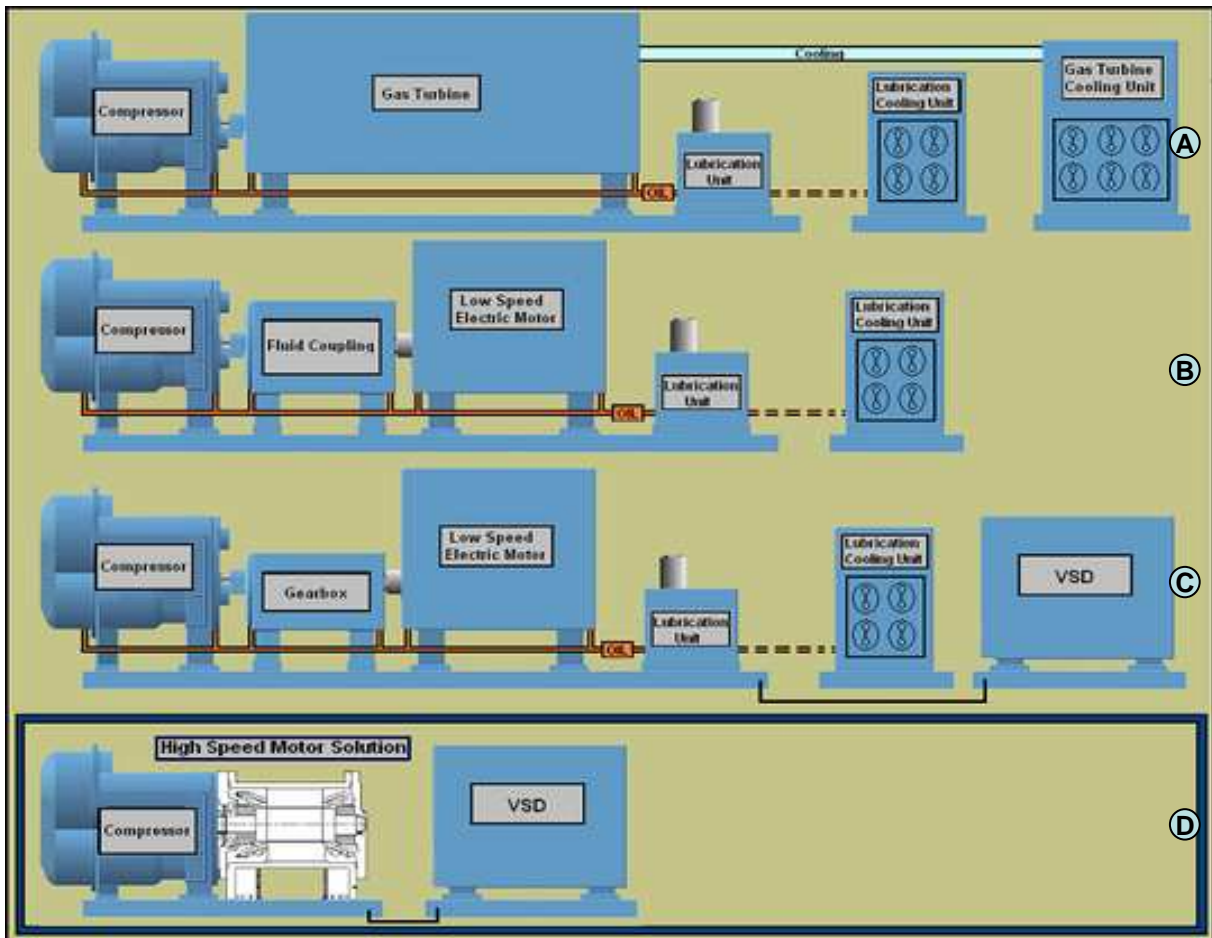


Figure 37. Comparaison d'encombrement entre les 3 solutions pour l'entraînement des pompes et compresseurs (Source : notre recherche)

Converteam étant un fabricant de moteurs électriques elle fabrique uniquement les moteurs électriques traditionnels et les moteurs à grande vitesse (solutions B, C et D de la figure 37), ce qui exclut les turbines de son scope de fabrication (solution mécanique). En général, le moteur électrique a quatre avantages majeurs sur les solutions mécaniques: l'amélioration de l'efficacité, les plus faibles coûts de maintenance, la réduction des émissions de CO₂, et la possibilité accrue d'un pilotage à distance.

Le moteur MG_V en particulier, permet de monter jusqu'à 20000 tour/min pendant qu'un moteur à induction classique peut monter jusqu'aux environs de 7000 tour/min. De ce fait, le moteur peut entraîner directement des compresseurs et des pompes. Comme il a été surligné par Velloso-Rodrigues et al. (2008), les moteurs à grande vitesse permettent un entraînement direct (sans boîte de vitesse), et ils sont devenus connus justement en raison de leur rendement, flexibilité et disponibilité supérieurs. La possibilité d'accoupler le moteur MG_V directement au compresseur, sans utiliser une boîte de vitesse, rend le système plus

efficace et fiable, puisque cela signifie moins de composants et l'élimination des pertes d'une boîte de vitesse et ses auxiliaires.

La configuration mentionnée ci-dessus utilise des paliers magnétiques, un variateur de fréquence qui contrôle la vitesse (qui est variable) et le moteur est refroidi par le gaz du process, ceci constitue la solution appelée « intégrée » (moteur + compresseur). Le moto-compresseur intégré a une carcasse commune (moteur + compresseur) pressurisée et le gaz du process est utilisé pour refroidir le moteur.

Le différentiel technologique du moteur MGV par rapport aux moteurs conventionnels est basé sur un rotor qui comprend un noyau magnétique laminé et une cage d'écureuil, qui est un des objets de ses brevets (Bawin et al., 1996). De plus ils utilisent la technologie des paliers magnétiques, ce qui enlève de cette solution le besoin d'avoir des systèmes de lubrification à huile. Cela le différencie significativement des moteurs électriques conventionnels et encore plus des turbine à gaz.

Deux brevets relatifs à la conception technique sont attribués à la technologie du MGV:

Titre du Brevet	Principe	Brevet N°
Moteur électrique de puissance élevée et à vitesse de rotation élevée	Cage rotor (barreaux libres axialement, avec point fixe central)	Brevet Européen : N° 0608675
		Brevet USA: N° 5,495,133
		Brevet Finlande : N°101843
Moteur électrique de puissance élevée et à vitesse de rotation élevée	Tôlerie rotor précontrainte par tirants entre 2 extrémités d'arbre.	Brevet Européen : N° 0609645
		Brevet USA: N° 5,512,792
		Brevet Finlande : N°102863

Tableau 15. Brevets attribués à la solution MGV

Au début, les moteurs d'induction à grande vitesse ont été conçus comme étant une partie intégrée au compresseur dans l'application de transport de gaz, en particulier pour les stations de pompage. Aujourd'hui, ils sont utilisés pour d'autres applications, y compris l'entraînement direct de compresseurs et de pompes et même dans des applications sous-marines (mille mètres de profondeur). Le design de ces moteurs représente toujours une évolution technologique pour l'industrie des moteurs; permettant un couplage direct au compresseur sans l'aide d'une boîte de vitesses. Ce moteur est illustré dans la figure suivante :

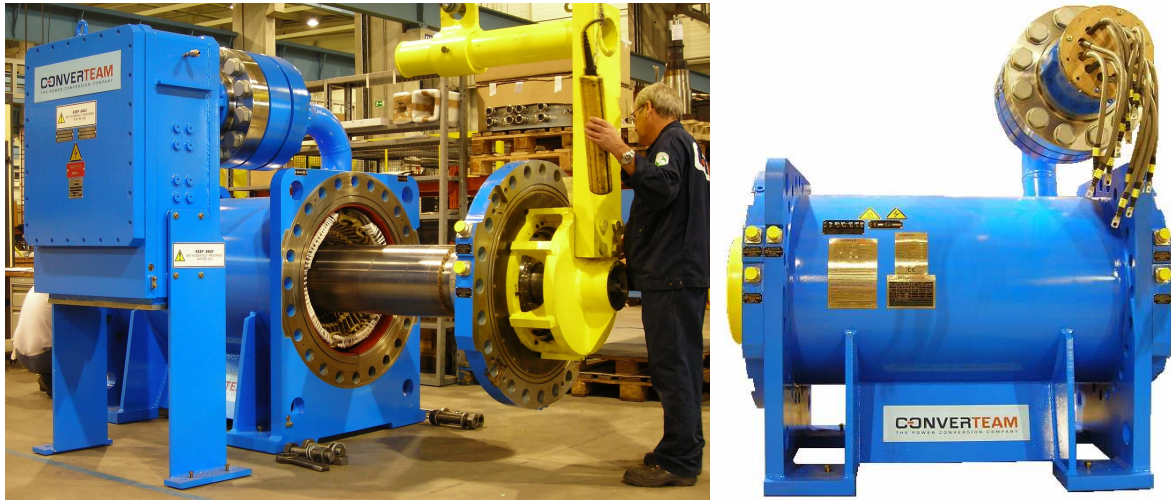


Figure 38. Insertion du rotor dans le stator et moteur fini

Nous constatons donc que le MGV offre une puissance et vitesse très importantes et ce, dans un volume réduit. Les principaux avantages de la technologie MGV sont:

- Pas de boîte de vitesses normalement utilisée dans les entraînements classiques (plus fiable),
- Pas de système de lubrification (pas d'huile) car il utilise des paliers magnétiques,
- Moins d'encombrement (plus de puissance dans un volume inférieur),
- Maintenance moins coûteuse,
- Pas d'émissions de gaz toxiques,
- Rendement global plus élevé.

Nous avons consacré la première année de la thèse à l'analyse de cette technologie, de son environnement compétitif et des attentes des clients. Cela a donné lieu à cinq publications (Velloso-Rodrigues et al., 2008a ; Velloso-Rodrigues et al., 2008b ; Velloso-Rodrigues, 2009 ; Velloso-Rodrigues et Pradurat, 2009 ; Jean-Louis et al., 2010) qui apportent plus de détails sur le fonctionnement de cette technologie.

Nous pouvons conclure qu'aujourd'hui cette technologie n'est pas seulement viable sur le plan conceptuel, mais a fait ses preuves (cf. figure 39). Dans la situation actuelle où les variations des conditions d'exploitation sont importantes et les normes environnementales sont de plus en plus exigeantes, le moteur électrique est une des solutions les plus viables, et le MGV s'avère être une solution très adaptée.

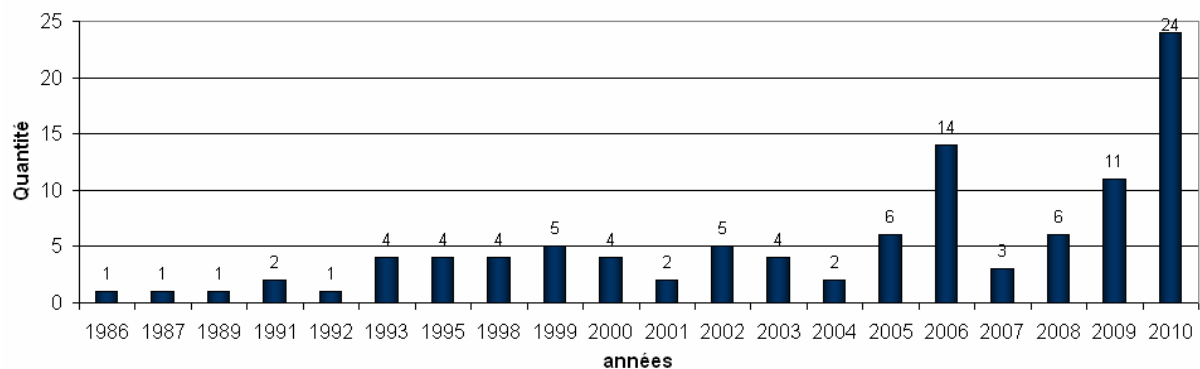


Figure 39. Evolution de la quantité des MGV fabriqués

Même si la quantité des machines fabriquées augmente progressivement, le MGV ne fait pas partie des solutions le plus utilisées actuellement. Nous savons que cette prometteuse innovation technologique n'a pas été valorisée à l'époque de sa conception (années 90) et aucun effort n'a été fait pour que sa mise en marché soit réussie (pas de communication et promotion). Le moteur a aussi un prix un peu plus élevé qu'un moteur traditionnel, mais l'investissement dans une solution globale d'entraînement utilisant un MGV doit se rentabiliser en quelques années (cela a été démontré dans les publications Velloso-Rodrigues et Pradurat, 2009 et Jean-Louis et al., 2010). Nous savons aussi que le marché adressé par ce moteur (pétrole et gaz) reste très conservateur vis-à-vis de nouvelles solutions.

Pour résumer, même si la technologie MGV a été conçue dans les années 80 elle représente toujours une **rupture technologique** dans le domaine des moteurs et Converteam possède un savoir-faire en avance sur la concurrence. Des recherches et quelques prototypes ont été réalisés par la concurrence, ce qui prouve la potentialité et l'importance de ce marché.

L'analyse d'un projet, déjà fini comme celui du MGV, nous a permis de vérifier que les difficultés rencontrées au moment de la vente de la technologie (comme le manque de communication par exemple) auraient pu être évitées, notamment en adressant ces problématiques au début du développement. L'une de nos attentes est justement que la méthode de classification des projets d'innovation proposée puisse aider à mieux anticiper les difficultés qui pourraient être rencontrées au moment de la mise sur le marché.

2.1.1. APPLICATION DU MODELE DE CLASSIFICATION AU PROJET I

Passons maintenant à la caractérisation de ce projet à travers l'utilisation de notre méthode. Comme il s'agit d'un projet que nous analysons à posteriori (projet déjà fini), il nous a surtout aidé à concevoir notre méthode. Ainsi nous allons le classifier de façon illustrative, en nous positionnant comme des observateurs temporellement placés au « gate 3 » du Stage-Gate System® de Cooper (2008).

Suivons notre méthode étape par étape :

Etape 1 : Spécifier le projet d'innovation qui sera analysé.

- Le segment de marché visé :

	Compresseur	Pompes	Propulseur	Autre
Industrie				
Marine				
Métal				
Pétrole & Gaz	Segment visé			
Production d'énergie				
Eolien & Renouvelables				

Tableau 16. Segment de marché visé par le projet I

Le système technologique qui sera utilisé ou développé :

Moteur à induction à grande vitesse refroidi par le gaz propre du process.

Etape 2 : Répondre par vrai ou faux aux 5 questions portées sur le projet défini à l'étape 1 :

A	Ce segment de marché est déjà adressé par d'autres entreprises	Vrai
B	L'entreprise référentielle adresse déjà ce segment de marché	Vrai
C	Le système Technologique existe (à l'extérieur de l'entreprise référentielle)	Faux
D	Le système Technologique existe à l'intérieur de l'entreprise référentielle	Faux
E	L'entreprise référentielle s'attend à ce que ce projet soit le leader (ou assure le leadership) sur ce segment du marché	Vrai

Tableau 17. Etape 2 du modèle appliquée au projet I

Etape 3 : Résultat de la classification. Nous allons présenter les résultats des classifications de ces six projets dans la section qui se trouve juste après les descriptions techniques.

2.2. PROJET II : MOTEUR A GRANDE VITESSE (MGV) POUR GAZ CORROSIF

Innovation dans les solutions de revêtements résistants à la corrosion chimique de métaux ferreux et non ferreux (mise en oeuvre préindustrielle pour des équipements en milieu très agressif).

Offshore ultra-profond, gaz acides, hydrocarbures très profondément enfouis à haute pression et haute température sont les challenges actuels auxquels doit faire face l'exploration et la production de gaz et de pétrole. A ceci s'ajoutent des problématiques liées à la fois à des contraintes de réduction de coûts d'évolution des normes environnementales.

Afin d'optimiser l'exploitation des poches de gaz ou de pétrole, les moteurs, les compresseurs, les réacteurs, les séparateurs et les échangeurs doivent offrir des performances accrues, tout en limitant les émissions de gaz à effet de serre, dans des conditions de fonctionnement de plus en plus sévères, à large plage de températures (-70°C à 150°C), fortes pressions (20 bars à 200 bars), et dans un environnement fortement corrosif : eau de mer, sulfure d'hydrogène, mercure, dioxyde de carbone, condensats d'hydrocarbure.

Seule une véritable rupture technologique permettra de s'affranchir des limitations des techniques actuelles basées sur les turbines à gaz, en remplaçant l'entraînement à gaz par l'entraînement électrique, et en augmentant la durée de vie des échangeurs traditionnels en aluminium ou en acier inoxydable.

L'objectif de ce projet est d'innover dans le domaine des revêtements et matériaux présentant une excellente tenue à la corrosion notamment pour l'extraction de fluides fortement corrosifs. Le projet se propose de développer une protection et un alliage anti-corrosion innovants afin de protéger les équipements visés. Converteam participe à la phase de distribution du gaz via ses systèmes de motocompresseurs de type MGV (la société est d'ailleurs leader mondial pour ce type d'équipement).

Les solutions retenues dans ce projet devront non seulement être reproductibles d'un point de vue technologique et économiquement viables, mais aussi représenter une avancée significative pour la préservation de l'environnement. Le segment visé par Converteam concerne principalement les processus d'extraction de gaz et de pétrole. L'estimation des perspectives de ventes accessibles grâce à ce projet est représentée dans la figure 40.

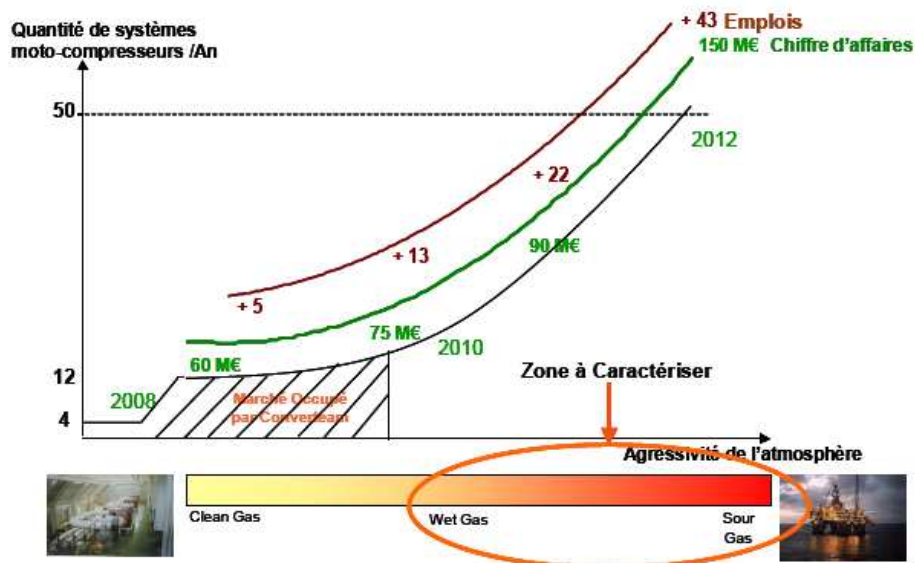


Figure 40. Marché des MGV actuels et prospection dans les atmosphères plus agressives

Nous savons que la corrosion coûte aujourd’hui aux pays industrialisés 4% de leur PIB. Selon le Cefracor, le centre français de l’anti-corrosion, 15 à 20% de ce coût pourrait être évité par une diffusion et une application des connaissances dans le domaine. En France, le coût annuel de la corrosion se situe aux alentours de 30 milliards d’euros par an. Dans le seul secteur du pétrole et du gaz, ce chiffre atteint près de 1,4 milliards de dollars au niveau mondial. De plus, un nombre important de métaux utilisés à grande échelle risquent de voir leur disponibilité diminuer, leur prix augmenter et devenir ainsi des matériaux de « luxe » : parmi eux : le cuivre, le nickel, probablement suivi par l’aluminium à plus long terme. Ainsi, maîtriser l’effet de la corrosion dans le domaine des moteurs s’avère très pertinent.

La réalisation du projet en question apporte des risques inhérents aux projets innovants. Ces risques sont principalement d’ordre technique et aussi liés aux marchés, car les clients sont habituellement très conservateurs en ce qui concerne les nouvelles solutions qui ne sont pas encore testées. Nous illustrons dans la figure suivante les différentes applications de la technologie MGV. Le projet II (représenté dans la figure 41 comme gaz acide) est celui qui représente les plus grands risques techniques et de marché.

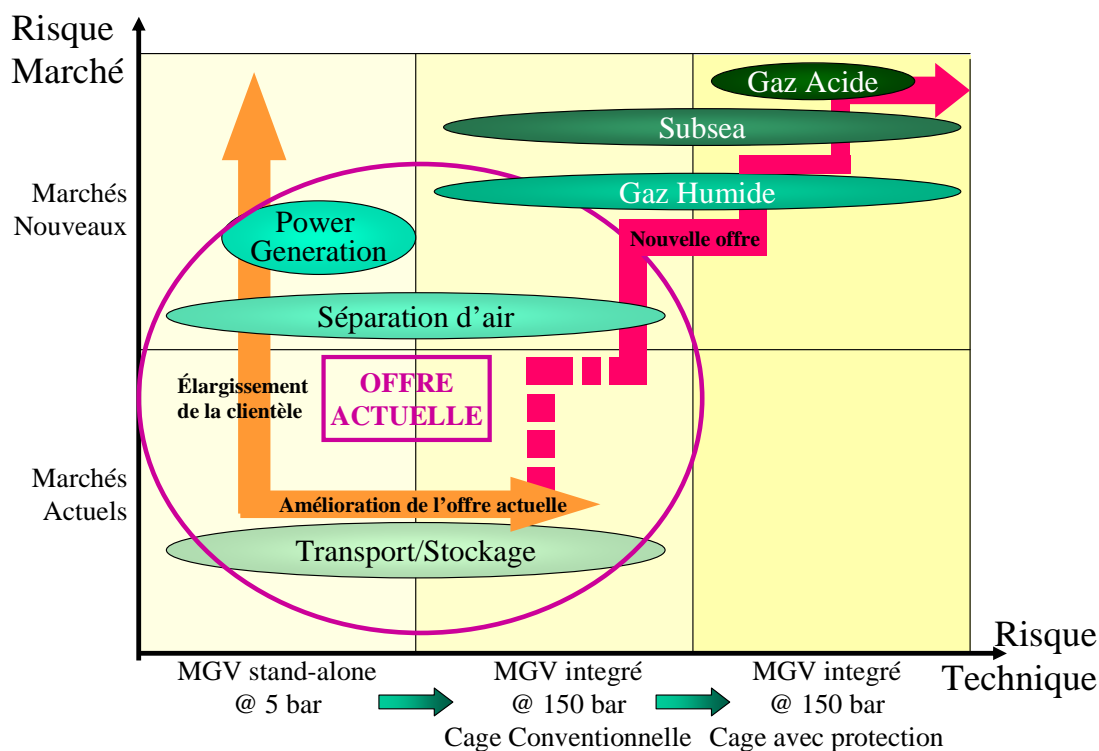


Figure 41. Risque marché vs. Risque technique pour la technologie MGV (source : notre recherche)

Dans un contexte économique difficile, l'effort consenti en termes de recherche et de développement représente un facteur-clé de pérennité de l'activité. Le projet II a des risques importants mais sa réussite est inscrite au cœur de la stratégie de Converteam. Pour ce projet, il est donc essentiel de pouvoir anticiper les difficultés qui seront rencontrées au long du projet et aussi au moment de sa mise au marché.

2.2.1. APPLICATION DU MODELE DE CLASSIFICATION AU PROJET II

Nous allons maintenant caractériser ce projet à travers l'utilisation de notre méthode. Il s'agit d'un projet que nous avons pu classer en étant temporellement placés au « gate 3 » du Stage-Gate System® de Cooper (2008).

Suivons notre méthode étape par étape :

Étape 1 : Spécifier le projet d'innovation qui sera analysé.

- Le segment de marché visé

	Compresseur	Pompes	Propulseur	Autre
Industrie				
Marine				
Métal				
Pétrole & Gaz				Segment visé
Production d'énergie				
Eolien & Renouvelables				

Tableau 18. Segment de marché visé par le projet II

- Le système technologique qui sera utilisé ou développé.

Moteur à induction à grande vitesse refroidi par le gaz corrosif du process.

Etape 2 : Répondre par vrai ou faux aux 5 questions portées sur le projet défini à l'étape 1 :

A	Ce segment de marché est déjà adressé par d'autres entreprises	Faux
B	L'entreprise référentielle adresse déjà ce segment de marché	Faux
C	Le système Technologique existe (à l'extérieur de l'entreprise référentielle)	Faux
D	Le système Technologique existe à l'intérieur de l'entreprise référentielle	Faux
E	L'entreprise référentielle s'attend à ce que ce projet soit le leader (ou assure le leadership) sur ce segment du marché	Vrai

Tableau 19. Etape 2 du modèle appliquée au projet II

Etape 3 : Résultat de la classification. Nous allons présenter les résultats des classifications des ces six projets dans la section qui se trouve juste après les descriptions techniques.

2.3. PROJET III : MOTEUR SUPRACONDUCTEUR (HTS)

La technologie des moteurs HTS (« high temperature superconductor ») a environ 10 ans et repose sur l'utilisation, dans le rotor, de fils à résistance électrique nulle, contrairement aux machines conventionnelles qui utilisent des conducteurs électriques en cuivre.

Jusqu'à présent tous les moteurs électriques utilisaient des conducteurs électriques en cuivre pour le bobinage du rotor. Cette typologie nouvelle de moteur synchrone à pôles rotor bobinés avec des fils supraconducteurs est prometteuse et avantageuse sur bien des plans car les fils supraconducteurs présentent la propriété d'avoir une résistance quasi nulle au passage du courant lorsqu'ils sont maintenus à très basse température (- 240 °C). Cependant, dès lors

qu'il est fait appel à la cryogénie, l'environnement scientifique et technologique devient très complexe.

Il s'agit d'une véritable rupture technologique par rapport aux configurations classiques, qui permet un accroissement significatif de la puissance volumique. A terme, s'ils peuvent être produits dans des conditions économiques viables, ces moteurs remplaceront les systèmes existants à fort couple, en particulier pour les marchés de la marine et de l'éolien.

L'objectif visé par ce projet était le développement d'un moteur électrique à rotor bobiné avec du fil supraconducteur haute température (HTS), la réalisation et l'essai d'une machine prototype de 250 kW, 1500 tour/min. Cette architecture électrique devrait permettre l'utilisation de la technologie supraconductrice à des coûts acceptables par les marchés industriels visés.

Actuellement ces moteurs n'existent qu'au stade de démonstrateurs, leur coût les rendant pour l'instant incompatibles avec un usage industriel. Les chercheurs de Convertteam se sont engagés dans cette technologie pour explorer de nouvelles morphologies de moteurs. Les applications seront dans un premier temps : la propulsion électrique de navire militaire et civil, les alternateurs d'éoliennes.

Les gains de compacité attendus permettront d'accroître sensiblement la puissance volumique et le rendement, ce qui procurera un avantage économique important. De plus, l'amélioration de la fiabilité entraînera également une baisse significative des coûts liés à la maintenance. D'un point de vue environnemental, la consommation d'énergie sera moins importante pour une efficacité équivalente aux systèmes actuels. La construction de ces nouveaux moteurs nécessitera également moins de matières premières.

La nouveauté technique pour ce moteur à supraconducteur réside dans une architecture de rotor intégrant des fils à résistance électrique nulle. Le fait d'utiliser des conducteurs supraconducteurs rend possible la mise en oeuvre de grandes densités de courant électrique, et permet de réaliser de puissants électro-aimants dans un volume limité.

Ce projet a officiellement pris fin en 2008 et les incertitudes techniques restent nombreuses. Si on se limite à l'année 2008, qui a vu la réalisation pratique du prototype, les problématiques ont concerné la gestion du vide cryogénique au rotor avec : la difficulté à supprimer toutes les cavités plus ou moins fermées où de l'air peut s'emprisonner et par la suite re-casser le vide par dégazage (Moulin, 2010). La difficulté est aussi de pouvoir s'assurer que l'on peut pomper et faire un vide d'isolement thermique poussé (au niveau du microbar), et encore la capacité à maintenir ce vide et donc avoir des étanchéités absolues. En conclusion, cette technologie quand elle est appliquée aux moteurs électriques n'est pas encore industrialisable.

Le laboratoire universitaire de Nancy GREEN, qui étudie la supraconductivité, a participé de manière très active au projet, en particulier aux essais. Il s'agissait d'une aide sous forme de prêt de matériels (pompes pour vide poussé, alimentation électrique « en courant », ..) et d'instruments de mesure de précision. Il s'agit d'autre part d'une aide en personnel qualifié (enseignants chercheurs et étudiants).

Au niveau de la propriété intellectuelle, en 2006, un principe de bobinage dans l'entrefer adapté aux moteurs supra a été déposé. Ce projet a été partiellement financé par l'Union Européenne (Projet « Craft ») et a profité d'une subvention « CIFRE » pour l'étudiant Renaud Moulin, qui a présenté sa thèse en 2010 (cf. Moulin, 2010).

Un projet avec une telle complexité technologique pose des problématiques bien spécifiques, comme la recherche de nouveaux matériaux (et ses fournisseurs) et la maîtrise des domaines techniques qui ne sont pas le cœur de métier de fabricants de moteurs électriques. Pour ces raisons il est important, par exemple, de savoir à l'avance comment composer l'équipe projet (compétences, nombre de personnes, sous-traitants...) de façon à être le plus performant possible afin d'augmenter les chances de succès du projet.

2.3.1. APPLICATION DU MODELE DE CLASSIFICATION AU PROJET III

Passons maintenant à la caractérisation de ce projet à travers l'utilisation de notre méthode. Il s'agit d'un projet que nous analysons à posteriori (projet déjà fini), ainsi nous allons le classifier en nous positionnant comme des observateurs temporellement placés au « gate 3 » du Stage-Gate System® de Cooper (2008).

Suivons notre méthode étape par étape :

Etape 1 : Spécifier le projet d'innovation qui sera analysé.

- Le segment de marché visé :

	Compresseur	Pompes	Propulseur	Autre
Industrie				
Marine			Segment visé	
Métal				
Pétrole & Gaz				
Production d'énergie				
Eolien & Renouvelables				Segment visé

Tableau 20. Segment de marché visé par le projet I

- Le système technologique qui sera utilisé ou développé. :

Moteur supraconducteur.

Etape 2 : Répondre par vrai ou faux aux 5 questions portées sur le projet défini à l'étape 1 :

A	Ce segment de marché est déjà adressé par d'autres entreprises	Vrai
B	L'entreprise référentielle adresse déjà ce segment de marché	Vrai
C	Le système Technologique existe (à l'extérieur de l'entreprise référentielle)	Faux
D	Le système Technologique existe à l'intérieur de l'entreprise référentielle	Faux
E	L'entreprise référentielle s'attend à ce que ce projet soit le leader (ou assure le leadership) sur ce segment du marché	Vrai

Tableau 21. Etape 2 du modèle appliquée au projet II

Etape 3 : Résultat de la classification. Nous allons présenter les résultats des classifications de ces six projets dans la section qui se trouve juste après les descriptions techniques.

2.4. PROJET IV : MOTEURS DE 300KW A 3MW

Ce projet a été créé car Converteam souhaitait reconquérir des parts de marché sur les moteurs à induction de 300 KW à 3 MW, compatibles avec les marchés du pétrole et du gaz. Ces moteurs de puissance moyenne sont présents sur des marchés très concurrentiels car leur niveau de complexité est tel qu'il existe un très grand nombre de constructeurs capables de fabriquer ces moteurs (phénomène d'économie d'échelle expliqué dans le chapitre 2).

Ces marchés se caractérisent par un prix fondé sur des critères de coût/KW ou Kg/KW. Il est nécessaire dans ce contexte de se démarquer de la concurrence au moyen d'une démarche d'analyse de la valeur dans l'objectif d'une reconception des moteurs à coût-objectif.

L'objectif est de produire davantage de couple moteur dans un volume donné pour surpasser de 15% ce ratio par rapport aux technologies concurrentes, tout en réduisant les coûts de 20%, soit une création totale de valeur de l'ordre de 35%.

L'état de l'art au stade initial et les recherches bibliographiques ont montrés que la technologie des machines à ailettes est standard pour ce type de moteurs. Nous avons ainsi réalisé une étude bibliographique technico-commerciale qui a permis de connaître les performances des technologies concurrentes. Un exemple de ce comparatif est donné dans le tableau ci-dessous. Il montre les capacités de différents constructeurs de moteurs électriques pour la gamme des machines anti-déflagrantes (classés Exd selon la norme ATEX) :

	Max. Power [kW]	Min. Shaft Height [mm]	Max. Shaft Height [mm]	Poles	Cooling
ABB	5300	355	710	2-12	IC411(rib cooled) or IC511 (air exchanger)
Ansaldo	1250	355	500	2-6	IC411 (rib cooled)
Helmke	1200	-	-	2-8	Rib cooled (IC411)
Hyundai	1000	280	450	2-8	Rib cooled (IC411)
Laurence Scott	2500	315	630	2-8	Rib Cooled (<400mm) Air Exchanger (>400)
Loher	2000	71	800	-	Totally enclosed Rib cooled
	1500	200	560	-	Water cooled
Schorch	1200	-	-	2-8	Rib cooled
	10000	-	-	2-20	Tube cooled
WEG	900	315	450	2-8	Rib cooled (IC411)
Converteam	1500	355	500	2-8	Rib cooled

Tableau 22. Capacités de différents constructeurs de moteurs électriques pour la gamme des machines anti-déflagrantes (source : notre recherche)

Cette étude a permis d'établir qu'à notre connaissance, l'objectif d'accroissement de 15% (couple moteur/ volume de la machine) visé par ce projet n'avait pas été atteint par les concurrents. De cette façon, la nouveauté de la solution réside dans l'augmentation des transferts thermiques entre sources chaudes et froides de la machine, soit entre le rotor, le stator et la carcasse. Cela a comme impact une amélioration du refroidissement dans un volume donné et un accroissement de la puissance volumique. En conclusion, l'amélioration de 15% du couple moteur/ volume constituerait une première mondiale.

Les progrès envisagés permettent d'abaisser la consommation de matières premières tout en produisant davantage d'énergie, ce qui constitue une source d'économies répercutées sur le client final. L'incertitude du projet concerne le niveau d'amélioration du couple moteur (15%), que personne n'est encore parvenu à atteindre à ce jour.

Un projet de ce type implique des problématiques de l'ordre de la réactivité (temps de développement) par rapport au marché (pertes de parts de marché) et aussi de l'ordre de la mobilisation de ressources (humaines, financiers et matériels).

2.4.1. APPLICATION DU MODELE DE CLASSIFICATION AU PROJET IV

Passons maintenant à la caractérisation de ce projet à travers l'utilisation de notre méthode. Il s'agit d'un projet que nous avons pu classifier, en étant temporellement placés au « gate 3 » du Stage-Gate System® de Cooper (2008).

Suivons notre méthode étape par étape :

Etape 1 : Spécifier le projet d'innovation qui sera analysé.

- Le segment de marché visé :

	Compresseur	Pompes	Propulseur	Autre
Industrie	Segment visé	Segment visé		
Marine				
Métal				
Pétrole & Gaz	Segment visé	Segment visé		
Production d'énergie	Segment visé	Segment visé		
Eolien & Renouvelables				

Tableau 23. Segment de marché visé par le projet IV

- Le système technologique qui sera utilisé ou développé :

Moteur à induction conventionnel avec une plus grande densité de puissance.

Etape 2 : Répondre par vrai ou faux aux 5 questions portées sur le projet défini à l'étape 1 :

A	Ce segment de marché est déjà adressé par d'autres entreprises	Vrai
B	L'entreprise référentielle adresse déjà ce segment de marché	Vrai
C	Le système Technologique existe (à l'extérieur de l'entreprise référentielle)	Vrai
D	Le système Technologique existe à l'intérieur de l'entreprise référentielle	Vrai
E	L'entreprise référentielle s'attend à ce que ce projet soit le leader (ou assure le leadership) sur ce segment du marché	Faux

Tableau 24. Etape 2 du modèle appliquée au projet IV

Etape 3 : Résultat de la classification. Nous allons présenter les résultats des classifications de ces six projets dans la section qui se trouve juste après les descriptions techniques.

2.5. PROJET V : PROJET V (CONFIDENTIEL)

Le projet V est classé confidentiel, pour cette raison nous n'allons pas pouvoir présenter sa description technique. Cependant, nous pouvons dire qu'il s'agit d'un produit technologique qui pourra être appliqué à plusieurs gammes de moteurs. Nous allons passer directement à la caractérisation de ce projet à travers l'utilisation de notre méthode.

2.5.1. APPLICATION DU MODELE DE CLASSIFICATION AU PROJET V

Le projet V s'agit d'un projet que nous avons pu classifier, en étant temporellement placés au « gate 3 » du Stage-Gate System® de Cooper (2008).

Suivons notre méthode étape par étape :

Etape 1 : Spécifier le projet d'innovation qui sera analysé.

- Le segment de marché visé

	Compresseur	Pompes	Propulseur	Autre
Industrie	Segment visé	Segment visé		
Marine				
Métal				
Pétrole & Gaz	Segment visé	Segment visé		
Production d'énergie	Segment visé	Segment visé		
Eolien & Renouvelables				

Tableau 25. Segment de marché visé par le projet V

- Le système technologique qui sera utilisé ou développé :

Technologie à caractère confidentiel.

Etape 2 : Répondre par vrai ou faux aux 5 questions portées sur le projet défini à l'étape 1 :

A	Ce segment de marché est déjà adressé par d'autres entreprises	Vrai
B	L'entreprise référentielle adresse déjà ce segment de marché	Faux
C	Le système Technologique existe (à l'extérieur de l'entreprise référentielle)	Vrai
D	Le système Technologique existe à l'intérieur de l'entreprise référentielle	Faux
E	L'entreprise référentielle s'attend à ce que ce projet soit le leader (ou assure le leadership) sur ce segment du marché	Faux

Tableau 26. Etape 2 du modèle appliquée au projet V

Étape 3 : Résultat de la classification. Nous allons présenter les résultats des classifications de ces six projets dans la section qui se trouve juste après les descriptions techniques.

2.6. PROJET VI : PUMP JET POD

Converteam a développé dans les années 1995-1998 des machines à propulsion hors bord : les POD. Cette technologie est à présent éprouvée. Se fondant sur plus de dix ans de retour d'expérience, Converteam avait pour objectif de développer une nouvelle génération de propulsion POD (moteur hors bord) pour le marché de la marine militaire, offshore (plate formes et navires de forage, bateaux de ravitaillement...) et pour la marine marchande.

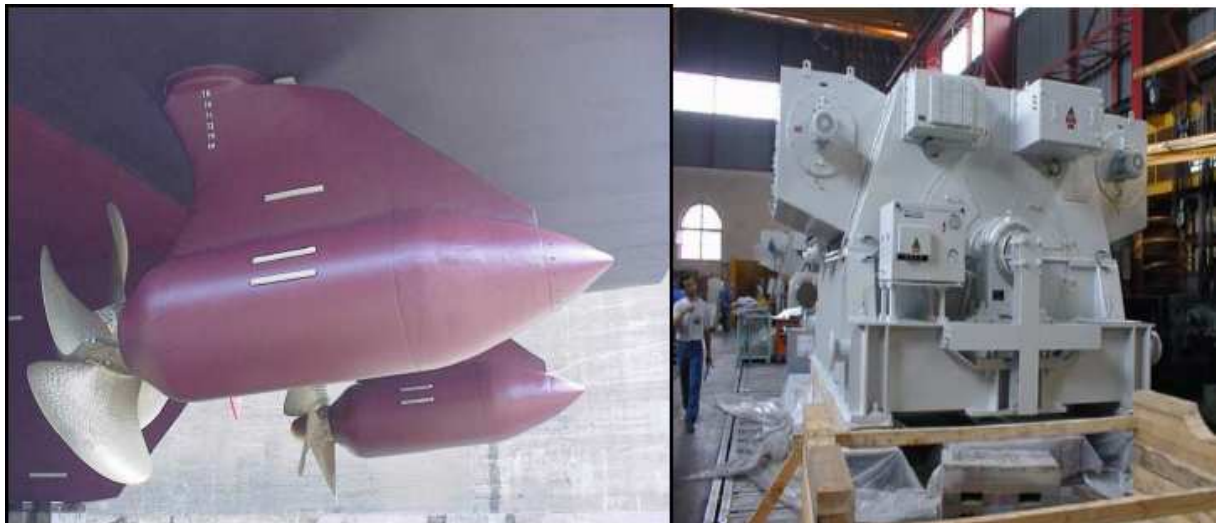


Figure 42. A gauche moteur POD (hors bord) et à droite moteur « in-board »

Le premier objectif de ce projet était de proposer sur le marché mondial un POD propulseur muni d'une hélice carénée type pump jet. Désormais, cette rupture technologique permet de proposer une propulsion par POD compacte en substitution à la propulsion in-board traditionnelle : marché ferry, off-shore. La figure suivante illustre les différentes solutions de propulsion.

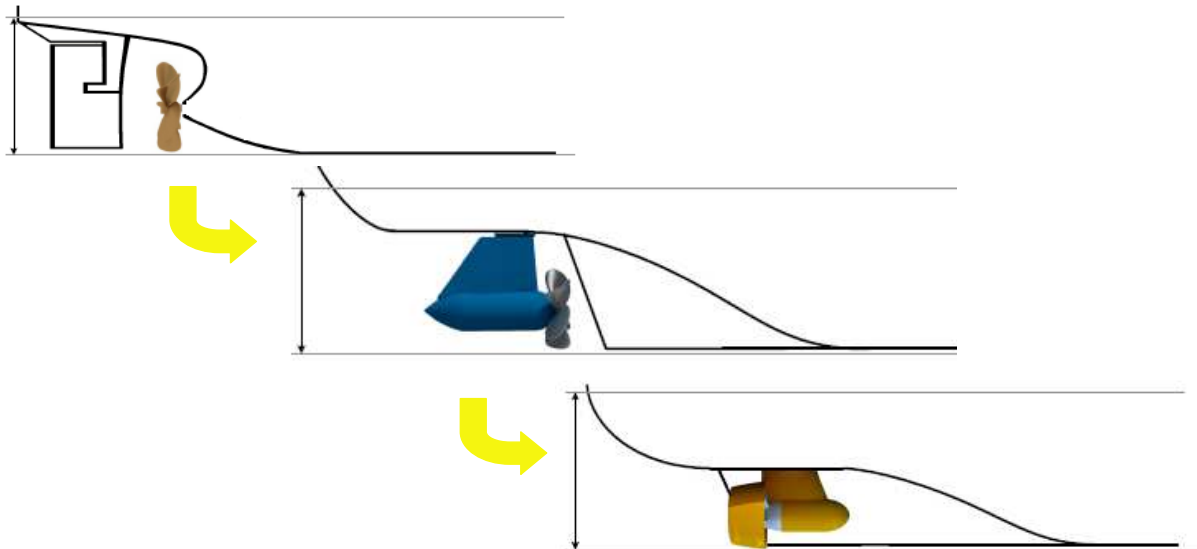


Figure 43. Dans l'ordre : moteur « in-board », moteurs POD et moteur pump-jet POD

La nouveauté technique du produit par rapport à l'ancienne gamme des POD est basé sur le positionnement de le hélice avec tuyère (le nouveaux est appelé Pump-jet POD), comme on peut voir sur la figure ci-dessous :

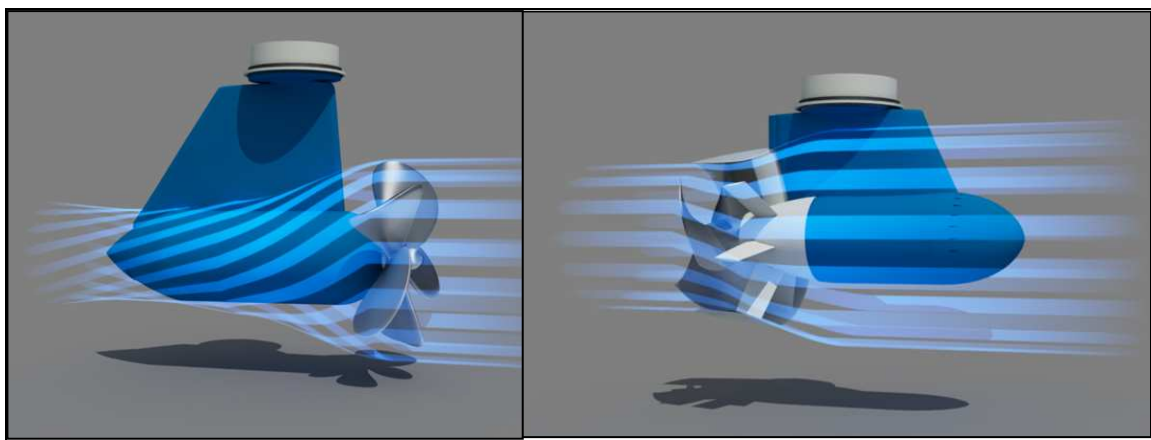


Figure 44. De gauche à droite : POD conventionnel et Pump-jet POD

Converteam a développé le moteur pour Pump-jet POD pour les applications à propulsion compacte. Ce concept est une machine à induction à ventilation bilatérale pressurisée pour lequel un dépôt de brevet est en cours. Il s'agit d'un nouveau mode de refroidissement bilatéral et/ou pressurisé pour pouvoir évacuer l'augmentation des pertes générées par l'augmentation significative de puissance (>10%) à iso-volume de Pump-jet POD.

Ce concept est illustré dans la figure suivante :

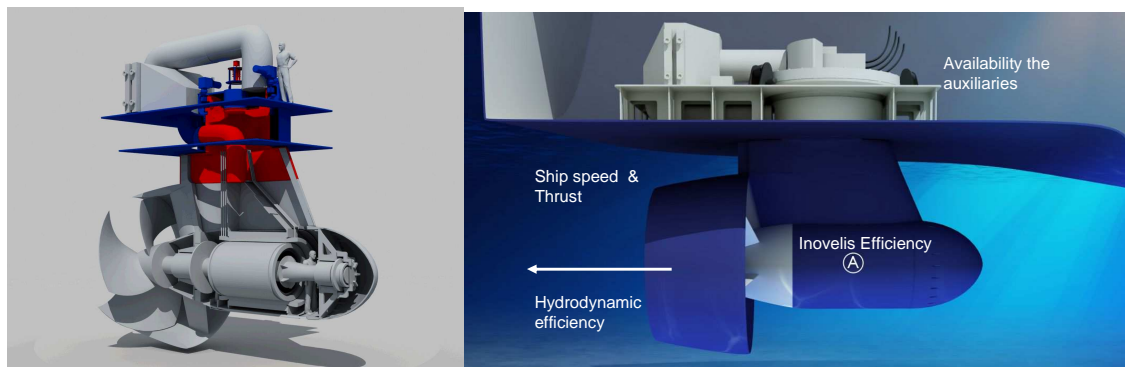


Figure 45. Technologie Pump-jet POD

Cette configuration de machine à induction à ventilation bilatérale pressurisée apporte les progrès techniques suivants :

- Gain en rendement hydrodynamique : réduction de la consommation de carburant du navire de l'ordre de 10% par rapport à une chaîne de propulsion traditionnelle
- Gain en compacité de la chaîne de propulsion de plus de 50% par rapport à une propulsion in-board traditionnelle : augmentation de la capacité de chargement du navire

Les incertitudes techniques devant être surmontées pendant le projet ont été nombreuses. De plus ce projet a été initié et réalisé en partenariat avec un des clients de Converteam. Pour diverses raisons, comme par exemple le manque d'objectifs bien définis au départ, ce projet est aujourd'hui en stade avancé mais il n'est pas clôturé. Nous l'avons classé comme étant « en hold » (en attente).

2.6.1. APPLICATION DU MODELE DE CLASSIFICATION AU PROJET VI

Passons maintenant à la caractérisation de ce projet à travers l'utilisation de notre méthode. Il s'agit d'un projet que nous analysons à posteriori (le projet était déjà avancé quand nous avons mené l'analyse), ainsi nous allons le classer en nous positionnant comme des observateurs temporellement placés au « gate 3 » du Stage-Gate System® de Cooper (2008).

Suivons notre méthode étape par étape :

Etape 1 : Spécifier le projet d'innovation qui sera analysé.

- Le segment de marché visé

	Compresseur	Pompes	Propulseur	Autre
Industrie				
Marine			Segment visé	
Métal				
Pétrole & Gaz				
Production d'énergie				
Eolien & Renouvelables				

Tableau 27. Segment de marché visé par le projet VI

- Le système technologique qui sera utilisé ou développé.

Moteur du type POD ayant une hélice avec tuyère (machine à induction à ventilation bilatérale pressurisée).

Etape 2 : Répondre par vrai ou faux aux 5 questions portées sur le projet défini à l'étape 1 :

A	Ce segment de marché est déjà adressé par d'autres entreprises	Vrai
B	L'entreprise référentielle adresse déjà ce segment de marché	Vrai
C	Le système Technologique existe (à l'extérieur de l'entreprise référentielle)	Faux
D	Le système Technologique existe à l'intérieur de l'entreprise référentielle	Faux
E	L'entreprise référentielle s'attend à ce que ce projet soit le leader (ou assure le leadership) sur ce segment du marché	Vrai

Tableau 28. Etape 2 du modèle appliquée au projet VI

Etape 3 : Résultat de la classification. Nous allons maintenant présenter les résultats des classifications de ces six projets.

3. UTILISATION DU MODELE PROPOSE POUR CLASSIFIER DES PROJETS REELS

Comme nous avons expliqué dans la description du contexte technique, pour chaque projet nous avons pris en compte le moment où la classification devait être appliquée, c'est-à-dire juste avant que le développement du projet commence (« gate 3 » du Stage-Gate System®). Les projets II, IV et V passaient par cette phase spécifique du processus de développement de nouveaux produits. Les autres projets étaient déjà sur des phases plus avancées voire finis quand nous avons fait la classification. Pour cette raison nous avons dû faire une analyse a posteriori (nous avons placé notre observation hypothétiquement au « gate 3 » du Stage-Gate System®).

Dans la section précédente nous avons suivi les deux étapes de notre modèle pour chacun des six projets. A partir des réponses qui ont été données nous avons pu trouver la classification correspondante en regardant notre table vérité présentée dans le chapitre précédent (tableau 8 ou 9). Les résultats sont repris dans le tableau ci-dessous :

Projets	Entrées					Sorties		
	Segment de Marché \exists (en dehors de l'entreprise référentielle)	Segment de Marché \exists pour l'entreprise référentielle	Système Technologique \exists (en dehors de l'entreprise référentielle)	Système Technologique \exists pour l'entreprise référentielle	Leadership souhaité?	Différenciation	Neutralisation	Optimisation
I	1	1	0	0	1	1	0	0
II	0	0	0	0	1	1	0	0
III	1	1	0	0	1	1	0	0
IV	1	1	1	1	0	0	0	1
V	1	0	1	0	0	0	1	0
VI	1	1	0	0	1	1	0	0

Note: 1= identification positive; 0= identification négative

Tableau 29. Résultats de la classification des projets réels

Nous pouvons constater que pour réaliser la classification des projets d'innovation en utilisant notre modèle, nous sommes obligés d'analyser l'environnement compétitif, les capacités internes de l'entreprise ainsi que de définir le marché ciblé. Cela apporte des précisions initiales au projet et aide dans la définition des objectifs. Il faut se rappeler que si, dans ce document, les projets sont décrits de manière linéaire et simplifiée, ils ne se présentent pas de cette façon au moment où notre classification doit être appliquée. De ce fait, l'application de notre modèle de classification « force » les responsables à formaliser

certaines informations relatives à la technologie et au marché très en amont, chose qui n'est pas toujours faite actuellement.

Dans le tableau suivant nous donnons un exemple des conclusions que nous pouvons tirer de la classification présentée dans le tableau ci-dessus. Nous pouvons, par exemple, déduire à partir des profils de projet (série d'entrées) quel est le positionnement que la société recherche sur le marché et nous pouvons aussi mettre en évidence quelques aspects importants qui devraient être pris en considération dès le début du projet.

Projet	Nom du Projet	Positionnement attendu sur le marché	Aspects Importants
I	Technologie des moteurs à grande vitesse (MGV)	Meilleur sur le marché	Connaissance technique
II	Moteurs à grande vitesse (MGV) pour gaz corrosif	Technologie de rupture	Connaissance technique Mise en marché
III	Moteur Supraconducteur	Meilleur sur le marché	Connaissance technique
IV	« Petits » Moteurs (de 300kw à 3MW)	Inchangé ou augmentation de la part de marché	Amélioration Procès
V	Projet V (confidentiel)	Entrant tardif	« Time to market »
VI	Pump Jet POD	Meilleur sur le marché	Connaissance technique

Tableau 30. Positionnement attendu sur le marché et aspects importants

Nous avons pu voir que dans notre expérimentation, quatre des projets d'innovation ont été classés comme étant de la différenciation, un comme neutralisation et un comme de l'optimisation. Si ces six projets représentaient le portefeuille complet des projets d'innovation de Converteam (ce qui n'est pas le cas) nous aurions pu affirmer que cette entreprise investit beaucoup dans des projets permettant d'avoir une différenciation sur le marché. Du coup, nous pouvons affirmer que le modèle de classification de projets d'innovation pourrait aussi être utilisé, plus en amont, comme un outil de gestion de portefeuille de projets d'innovation dans le but d'aligner les projets avec la stratégie en place dans l'entreprise.

Notre première hypothèse qui était de dire qu'une segmentation de projets en différentes catégories permettant d'analyser et positionner les projets les uns par rapport aux autres est ainsi confirmée. Nous pensons que cela est le point de départ pour proposer ultérieurement un processus adapté et optimisé à chaque catégorie de façon à ce qu'il favorise la réussite des produits qui en sont issus.

Nos expérimentations et observations ont renforcé ainsi notre supposition que chaque catégorie de projet requière un processus de management et de développement particulier. C'est pour cette raison que nous avons voulu explorer de manière empirique les critères que nous considérons pertinents pour chaque catégorie, ce qui a donné place à la proposition d'une check-list par catégorie. Cette analyse nous a amené à une deuxième réflexion : la proposition des bonnes pratiques en fonction des entrées de notre modèle, c'est-à-dire, la proposition de bonnes pratiques pour chaque ligne du tableau de classification (tableau 8).

4. LES SUJETS INCONTURNABLES ET LES BONNES PRATIQUES POUR LE MANAGEMENT DES PROJETS D'INNOVATION DE BIENS D'EQUIPEMENT

Dans cette section nous n'avons pas la prétention de suggérer une approche normative du management de l'innovation : il ne s'agit pas d'affirmer que, hors les pratiques proposées, le succès du projet d'innovation n'est pas garantie. L'objectif est que le mode de classification des projets d'innovation soit générique pour que les décisions de pilotage soient plus aisément adaptées au contexte. Améliorer le processus d'innovation nécessite une approche contextuelle. Dans ce cas, la mesure est perçue comme un outil d'aide à la décision, ce qui tend à la placer dans le champ de l'évaluation ou d'une check list.

Nous proposons dans cette partie une série de critères à analyser sous forme d'une check-list et de bonnes pratiques. Ce paragraphe est donc d'ordre empirique. Il nous est apparu, lors de l'observation et de la description des projets d'innovation de biens d'équipement, que toute une ingénierie s'avérait pertinente. Il reste bien évidemment à consolider ces propositions par des essais qui en confirmeraient la pertinence. Toutefois on retrouve dans certains de ces critères et bonnes pratiques des opérations préconisées dans la littérature et qui se trouvent ici adaptées au cas du management de projets d'innovation de biens d'équipement.

Nous commençons par présenter une check-list des sujets incontournables et ensuite les bonnes pratiques à adopter par catégorie (différenciation, neutralisation et optimisation).

4.1. LES SUJETS INCONTURNABLES

Nous commençons par une analyse plus générale de ce que l'on pense être pertinent pour le succès des projets d'innovation de biens d'équipement en général. Nous allons donc exposer les quatre sujets que nous considérons incontournables à analyser au démarrage des projets d'innovation de biens d'équipement. Ensuite nous allons passer à l'analyse des critères pertinents à chaque catégorie de projet d'innovation.

Nous allons maintenant présenter les sujets que nous considérons incontournables quelle que soit la catégorie de projet d'innovation.

▪ **Le risque financier**

D'après nos observations et d'après la littérature (Christensen et al., 2008) nous avons constaté que l'analyse du risque financier associé au projet représente un sujet incontournable. Cela arrive principalement car analyser les risques financiers diminue la prise de risque. Cependant, essayer de limiter les risques est une réponse qui ne favorise pas toujours l'innovation. Christensen (2008) a affirmé que le danger de se baser sur une analyse purement financière, pour évaluer les opportunités d'investissement, était que les décideurs risquaient de sous-estimer les vrais retours et bénéfices provenant de l'investissement en innovation et d'ainsi éliminer des projets à tort. Donc, nous préconisons que l'analyse financière doit être contextualisée et couplée par les autres points de la check-list afin de trouver le bon compromis entre la prise de risque et les bénéfices de l'investissement dans les projets d'innovation.

En ce que concerne les risques financiers nous proposons la check-list suivante :

Finance	Taille d'investissement	L'investissement exigé pour le projet sera-t-il susceptible d'être obtenu ?
	Période d'amortissement	L'investissement initial sera-t-il récupéré dans les premières phases de vie de l'innovation ?
	Taux d'opportunité	Le bénéfice prévu issue de cette innovation fournira-t-il plus de bénéfices que les autres opportunités d'investissement?

▪ **Légalité**

Le domaine de biens d'équipement est régi par beaucoup de normes et d'aspects juridiques. Nous jugeons important d'analyser cet aspect pour chaque projet d'innovation de biens d'équipement.

Légalité	Est-ce que l'invention répond aux exigences des lois applicables, normes et règlements des produits?
----------	--

▪ **Mission et objectifs**

Dans les entreprises bien managées, chaque salarié arrive à exposer la mission et les objectifs de l'entreprise et décrire comment leurs tâches quotidiennes contribuent à la réalisation de cela. Chaque collaborateur de l'équipe travaillant sur un projet d'innovation doit connaître les objectifs à atteindre avec le projet sur lequel ils travaillent.

Objectifs	Est-ce que les objectifs du projet sont explicites et connus de toute l'équipe travaillant sur le projet ?
-----------	--

▪ **Segmentation et ciblage du marché**

Kotler (2000) suggère que pour être efficace et utile, un segment du marché doit avoir certaines caractéristiques mesurables. Considérant la complexité des marchés de biens d'équipement, nous avons proposé d'utiliser la segmentation proposée par Tidd et Bessant (2009) dans notre modèle. Une fois les segments définis il faut savoir les cibler et pour cela on peut analyser plusieurs caractéristiques, comme par exemple : le nombre de clients dans le segment, la capacité de l'entreprise à atteindre des clients dans le segment (et le coût associé), l'intensité de la concurrence existante dans le segment, le niveau de la satisfaction de clients par rapport aux offres concurrentes, la croissance prédite et les barrières à entrée.

Connaissance du marché	Est-ce que les marchés visés par l'entreprise sont bien connus et segmentés?
------------------------	--

4.2. LES BONNES PRATIQUES ASSOCIEES A CHAQUE CATEGORIE DE PROJET D'INNOVATION DE BIENS D'EQUIPEMENT

A partir de l'analyse de la classification en trois catégories que nous avons proposé, nous avons pu conclure que notre proposition d'un modèle de classification de projets d'innovation semblait être pertinente. Cependant, pour pouvoir augmenter les chances de succès de projets d'innovation de biens d'équipement, notre but est toujours d'avoir une meilleure évaluation des besoins particuliers qui sont inhérents à chaque catégorie. Cet objectif a été en partie adressé sur le tableau 8 (table vérité présenté au chapitre 4), où nous mettons en évidence certaines des caractéristiques principales de chaque profil de projet. Nous pensons que la classification des projets d'innovation doit être complétée par la proposition des bonnes pratiques pouvant aider à piloter chaque projet d'une façon adaptée.

Nous commençons par souligner l'importance de « savoir d'avance » : depuis la phase de lancement du développement, quelles sont les compétences nécessaires pour augmenter les chances de réussite du projet. Notre classification a montré que, selon chaque profil de projet, inscrit sur le tableau 8, des efforts en marketing, R&D et fabrication auront plus ou moins d'impact sur le succès du projet. La figure 45 est basée sur le triangle de l'innovation technique présenté dans le chapitre 3. Elle représente, hypothétiquement, comment la neutralisation, l'optimisation et les projets de différenciation peuvent exiger des compétences différentes en exécution de projet.

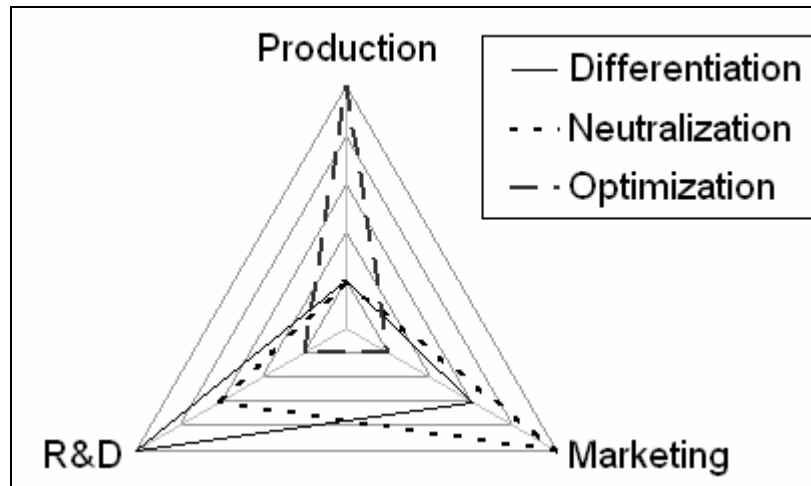


Figure 46. Exemple des compétences requises pour trois catégories de projet d'innovation

C'est en suivant ce raisonnement que nous voulons proposer un juste niveau d'intégration entre les trois champs (R&D, marketing et production). Un phénomène très important a été constaté: si l'idée initiale ou l'invention sont issues d'un des trois pôles de compétence, l'innovation est le résultat de l'interaction entre ces compétences et pas de seulement de l'un d'entre eux. Nous prendrons en considération cette nécessité de définir les compétences exigées par chaque projet afin de proposer une gestion personnalisée de projets d'innovation de produit technologiques.

Cependant cette intégration des fonctions (quand elle n'est pas encore en place) peut exiger des investissements. Leenders et Wierenga (2008) ont démontré que la direction ne doit pas automatiquement augmenter l'intégration entre la R&D et le marketing. Ils affirment qu'il existe des conditions spécifiques des ressources NDP (« new product development ») et du scope stratégique, qui déterminent quelle priorité la direction devrait donner à l'augmentation de l'intégration. Leur proposition est schématisée dans la figure suivante :

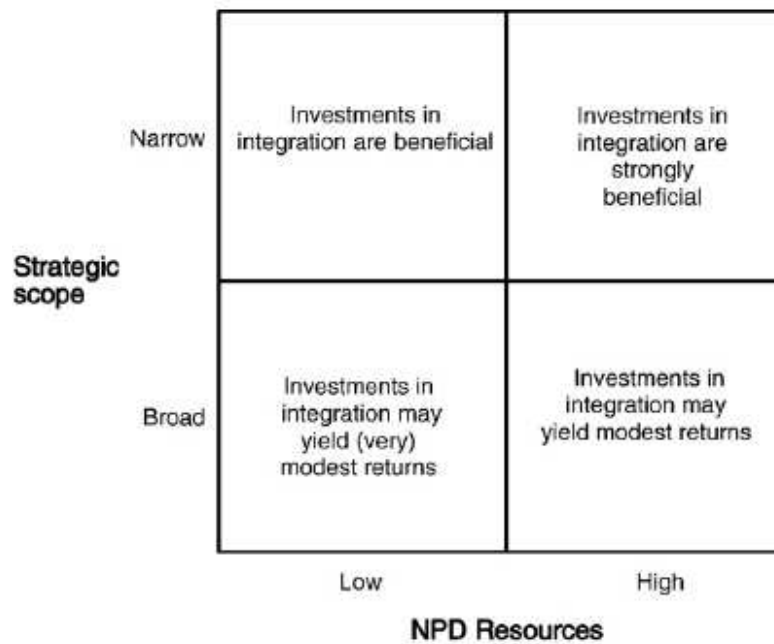


Figure 47. Conditions déterminant l'intérêt de l'investissement dans intégration entre la R&D et le marketing (Leenders et Wierenga, 2008)

Nous allons utiliser le raisonnement illustré dans la figure ci-dessus afin de proposer un juste niveau d'intégration des compétences pour chaque catégorie de projets d'innovation.

Passons à la description des bonnes pratiques par catégorie de projets d'innovation.

4.2.1. DIFFERENCIATION

« Competitive strategy is about being different », a écrit Porter. « Cela signifie choisir délibérément différents ensembles d'activités pour délivrer une combinaison unique de valeur ». Les projets d'innovation du type différenciation sont donc le reflet d'une combinaison d'opportunités créée par des nouveaux marchés ou par des nouvelles technologies.

Les projets d'innovation classés comme différenciation créent un marché totalement nouveau par l'introduction d'un type inédit de produit ou encore introduisent sur un marché existant ce produit. Habituellement ils représentent quelque chose qui, au départ, est moins bon si l'on se réfère aux performances que recherchent les clients appartenant aux courants dominants. Beaucoup des produits nouveaux étaient des différenciations dans le sens où ils ne visaient pas forcément les besoins futurs des grands utilisateurs sur les marchés existants.

D'un autre côté, les différenciations se produisent de manière tellement imprévisible qu'une majorité des entreprises ne disposent pas de procédure habituelle pour les traiter. De plus, ces produits, laissant presque toujours prévoir au démarrage des marges de profit très faibles à cause de leur coût de production, ne sont pas toujours en cohérence avec les valeurs établies. Ces difficultés rencontrées par les projets de différenciation nous ont conduit à réfléchir sur des bonnes pratiques adaptées à cette catégorie:

D1. Il est très important que le projet soit aligné sur la stratégie de l'entreprise.

Généralement les projets de différenciation requièrent des investissements assez conséquents et, spécialement dans l'industrie de biens d'équipement, se déroulent sur plusieurs mois, voire des années. Pour qu'il puisse survivre à ces difficultés il est important que l'énergie imputée au projet vienne des décisions stratégiques.

D2. Il faut analyser la possibilité de protéger le projet par le biais des brevets.

Généralement les projets de différenciation consistent à proposer des systèmes technologiques nouveaux. Il faut dès le départ analyser les conditions de propriété industrielle.

D3. Analyser l'intérêt d'intégrer des « lead users » dans la conception du produit.

Le professeur Eric von Hippel du MIT (Massachusetts Institute of Technology) était le premier à étudier les « lead users » comme une source d'idées innovatrices. Dans les différents domaines qu'il a étudié (notamment les instruments scientifiques, les semi-conducteurs et l'informatique), plus de la moitié des innovations ont été faites par des utilisateurs et non par des constructeurs. Ainsi, s'approcher de ces « lead users » et étudier leurs demandes, applications et modifications de produit peut fournir des informations précieuses pour la conception de nouveaux produits.

D4. Il faut que la solution proposée ait la préférence sur le segment de marché ciblé.

Pour achever une différenciation il faut, tout au long du processus de développement du projet, avoir comme objectif d'être la solution préférée sur le segment de marché ciblé. Si, quand mis sur le marché, le produit n'est pas le « préféré » il aura représenté un gaspillage, car les projets de différenciation, quand ils ne sont pas les « préférés », n'ont pas un retour à la hauteur des investissements requis.

D5. Il faut intégrer les fonctions R&D, marketing et production tout au long du déroulement du projet.

Les projets de différenciation font souvent appel à des compétences diverses. Le besoin d'intégration est aussi différent au cours des étapes du processus de développement de nouveaux produits. Pourtant dans le cas des projets de différenciation il faut que l'intégration soit en place tout au long du projet. L'intégration est spécialement importante au démarrage du projet pour que les trois pôles puissent définir ensemble les objectifs et un planning pour le projet.

4.2.2. NEUTRALISATION

Les projets de neutralisation représentent une adaptation importante au changement de la dynamique compétitive, le but étant de rattraper et ralentir la concurrence. Ce type de projet peut représenter une volonté de l'entreprise d'insérer sur un marché où elle n'est pas encore

présente, un produit qu'elle fabrique déjà ou alors de « copier » un produit concurrent. Dans le deux cas le retour économique attendu d'un projet de neutralisation n'est pas si élevé que celui atteint avec une différenciation. Les projets de neutralisation ne sont pas les pionniers sur le marché, ils seront donc forcément situés un peu plus tard dans le cycle d'adoption de la technologie ou même sur des marchés matures. Nous proposons les bonnes pratiques suivantes :

N1. Donner la priorité au « time-to-market » pendant la conception du produit.

Dans les projets de neutralisation, le « time-to-market » est très important car le but est de réduire le temps d'exclusivité des concurrents sur le marché, cela diminue leurs chances de se consolider.

N2. Il faut analyser les brevets existants en rapport avec la solution à développer.

Les projets de neutralisation peuvent utiliser des concepts qui ont été créés par des concurrents. Une analyse des brevets existants s'avère donc pertinente.

N3. Il faut que le planning et les investissements soient bien contrôlés.

Dans un projet de neutralisation il est très important de respecter le planning et l'investissement alloués au projet. En effet, quand le projet dépasse ce qui a été prévu (en temps ou en investissement) il a un grand risque de ne pas générer de retour économique supplémentaire et de représenter un gaspillage.

N4. Il faut intégrer les fonctions R&D, marketing et production dans certaines phases du développement du projet.

Les projets de neutralisation font appel à des compétences spécifiques dans certaines phases du projet. L'intégration est spécialement importante entre la R&D et le marketing au début du projet, entre la R&D et la production dans un deuxième temps et, au moment de la mise en marché, le marketing jouera un rôle plus important.

4.2.3. OPTIMISATION

L'optimisation a pour but d'atteindre les marchés à de coûts plus bas. L'optimisation a lieu au moment où les entreprises peuvent se permettre d'avoir une réflexion plus endogène (réétudier les processus existants) ou encore quand elle commence à perdre de la place sur un marché donné. L'attention est portée sur la récupération des ressources pour assurer un autofinancement du projet ou un niveau faible d'investissement.

O1. Il faut réétudier les processus existants afin de les optimiser.

Les analyses menées dans l'optique d'un projet d'optimisation doivent proposer des améliorations permettant la réduction des coûts. Les conclusions de cette analyse conditionneront le degré du changement qui sera apporté au produit.

O2. Il faut que la fonction de production ait un rôle plus important dans le développement du projet.

Le projet d'optimisation requiert un effort de réingénierie dans le but de diminuer les coûts. La production (ce qu'inclut les bureaux d'études et la fabrication) joueront un rôle très important pour atteindre cet objectif.

5. REPONSES INDUSTRIELLES

Selon le même adage qui veut que « l'on ne change pas une équipe qui gagne », beaucoup d'entreprises ne changent pas les recettes qui ont fait leur succès, sans se rendre compte que le monde évolue et que les raisons qui ont été à l'origine de leur succès peuvent alors devenir celles de leur déclin. Dans ce chapitre nous avons voulu démontrer que les entreprises ne peuvent plus piloter tous les projets d'innovation de la même manière et qu'une segmentation de projets d'innovation est possible.

Nous avons appliqué, sur six projets d'innovation dans le domaine des moteurs électriques, le modèle de classification de projets de biens d'équipement proposé dans le chapitre précédent. Nous avons voulu, de cette façon, valider notre proposition de classification de projets innovants.

Nous observons que notre proposition de classification de projets d'innovation en différentes catégories répond à nos attentes. Elles étaient de :

- créer un cadre permettant d'étudier les voies d'optimisation du pilotage des projets d'innovation de biens d'équipement;
- associer le marketing, la gestion de la R&D et la production à un juste niveau ;
- aider à justifier les demandes d'allocation de ressources des responsables R&D à travers une gestion de portefeuille de projets;
- aider à mieux sélectionner les projets à lancer ;
- apporter une visualisation des projets existants afin de mieux gérer l'insuffisance des ressources disponibles pour innover.

Notre démarche s'avère donc pertinente. Ainsi, en utilisant la démarche, les managers génèrent des informations qui peuvent être valorisées ultérieurement dans les autres phases du projet. De plus, la démarche s'intègre au processus d'innovation : les informations issues du modèle sont des informations qui peuvent être utilisées pour optimiser la gestion de projets d'innovation. Finalement, la démarche est « enseignable » : les managers peuvent l'adopter et la maîtriser dans le cadre d'un projet innovant.

L'expérimentation a permis également de collecter des données relatives à la pratique. Nous avons constaté que l'étape la plus difficile à mener pour les managers était la segmentation des marchés présentée dans l'étape 1 de notre modèle. Cependant, une fois les marchés existants pour l'entreprise segmentés, cette tâche est généralement facilitée pour les projets subséquents.

L'application du modèle qui a résulté dans la classification et la segmentation des six projets réels ainsi que la proposition de bonnes pratiques par catégorie de projets, représentent pour nous les réponses industrielles à la problématique posée au départ. Dans la figure suivante nous représentons l'articulation des chapitres présentés dans ce document :

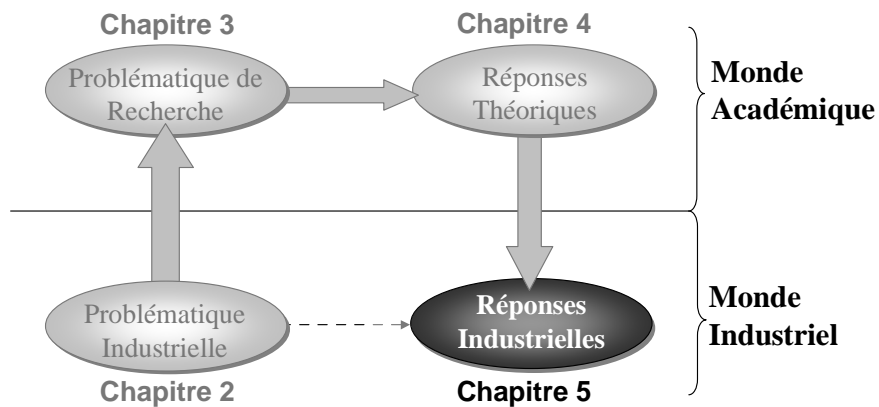


Figure 48. Articulation des chapitres : La proposition des réponses industrielles

Nous fixons comme perspective d'étudier plus en détails chaque profil d'innovation pour pouvoir proposer des méthodes et outils et aussi pour mettre en évidence les risques inhérents à chaque catégorie de projets. Cette approche devrait aider à changer la vision simpliste (linéaire) du processus d'innovation qui est toujours présente dans plusieurs entreprises technologiques et qui peut être responsable de l'échec des projets d'innovation technologiques.

Chapitre 6. Conclusion générale, discussions et perspectives

Dans ce chapitre, nous proposons d'effectuer un résumé des résultats obtenus et d'exposer jusqu'à quel niveau nous avons répondu à la problématique industrielle et de recherche. Ainsi, nous espérons, en précisant les limites de cette thèse, susciter des pistes et des perspectives de recherches futures. Ce faisant, nous rappelons les résultats et les enseignements théoriques en termes de modèles et les enseignements pratiques en termes d'application industrielle qui ont été mis en évidence dans ce document.

1. CONCLUSIONS ET CONTRIBUTIONS

Nous avons constaté que, loin des processus linéaires, la recherche appliquée s'inscrit dans une démarche complexe nécessitant une certaine souplesse dans l'interaction du chercheur avec son terrain. La difficulté principale réside alors dans la nécessité de pouvoir concilier adaptabilité et rigueur. La rigueur est souvent vue comme étant le fait d'avoir réussi à suivre au plus près une planification méthodologique définie a priori, en contrepartie il faut faire face à un travail multitâche qui englobe autant la gestion logistique de la recherche que celui de l'intégration des observations. Ces éléments, qui font partie des choix méthodologiques, ont eu un impact sur le contenu des observations. D'un autre côté, les observations ont aussi influencé en retour les orientations méthodologiques et théoriques. De cette manière interactive, nous avons essayé de surmonter les obstacles et difficultés qui se sont présentés pendant notre travail de recherche. Cela se reflète dans la manière dont nous avons présenté les résultats dans ce document. Nous restons conscients que même si toute recherche est censée vouloir apporter une forme de nouveauté, cet intervalle de temps de travail correspond aussi à un processus d'apprentissage du chercheur.

Nous avons donc choisi de suivre un chemin de raisonnement qui consistait, à partir d'une problématique industrielle, de la « traduire » en problématique de recherche et ensuite de formuler des hypothèses et des propositions qui nous ont servi de base pour trouver des réponses théoriques.

Nous avons donc commencé par la construction de la problématique industrielle, ce que nous a permis d'explorer le domaine de la technologie des moteurs électriques. Cette exploration a été très importante car elle a contribué à éclairer notre compréhension du processus d'innovation de produits du type biens d'équipement. La concentration de notre recherche sur les produits dits « non-commodity » durables nous a permis de bien spécifier notre champ de recherche. Du point de vue industriel la mise en évidence des facteurs économiques et technologiques, qui ont historiquement guidé le processus d'innovation dans la technologie des moteurs, a été très importante pour comprendre la dynamique d'innovation

actuelle. De plus, la segmentation de la technologie des moteurs électriques en généraliste et niche, présentée dans le chapitre 2, a démontré l'importance de l'adaptation de la stratégie en fonction de l'activité de l'entreprise.

Afin d'approfondir notre compréhension du processus d'innovation et de pratiques de management de l'innovation nous avons réalisé une revue de la littérature qui nous a permis de formaliser notre problématique de recherche. Cette problématique a été traduite par la question suivante : Est-il possible de catégoriser les projets d'innovations de façon à concevoir un processus adapté à chaque catégorie et d'ainsi faciliter la gestion de portefeuille de projets?

En effet, de nos analyses et de nos observations terrain, nous avons conclu que l'absence d'une segmentation de projets d'innovation de biens d'équipement rendait difficile l'identification des actions qui sont susceptibles d'augmenter les chances de succès des projets d'innovation, et aussi l'impact qu'elles peuvent avoir sur le déploiement de stratégies d'innovation dans le monde industriel. Plusieurs projets d'innovation industriels sont arrêtés pendant leur développement et l'une des causes est précisément le manque d'une gestion adaptée à l'innovation. Incontestablement les risques et les incertitudes sont inhérents aux projets d'innovation, c'est la raison pour laquelle notre objectif n'était pas d'éliminer ces risques et incertitudes mais de mieux les manager afin de les réduire.

En analysant la progression des projets d'innovation, nous avons conclu que le succès d'une innovation dépend de ce que l'entreprise attend en lançant ces projets. La difficulté est que ces attentes ne sont pas toujours explicites. Nous avons analysé la littérature pour comprendre pourquoi les projets d'innovation étaient lancés. A partir des interactions des nos observations terrain avec la littérature, nous avons conclu que le retour économique attendu en développant un projet d'innovation, pouvait être atteint s'il améliorait la productivité par un effort de l'optimisation; s'il neutralisait une offre concurrente ou s'il offrait une différenciation quand comparée aux concurrents. Ces conclusions nous ont poussés à proposer une classification de projets d'innovation comme : différenciation, neutralisation et optimisation. Nous avons aussi élaboré un diagramme expliquant la dynamique de l'origine de projets d'innovation; cela inclut les études des discontinuités technologiques et celles liées au marché (qui peuvent être micro ou macro).

Nous avons vu que, dans la plupart des entreprises, l'innovation était une activité fortement décentralisée qui avançait sur des fronts multiples dans des directions multiples. Cela fournit à ces entreprises un portefeuille d'options mais cette stratégie échoue à prioriser et à centraliser les efforts. Si le management ne prend pas position sur la stratégie de l'innovation, les innovations de l'entreprise continueront à « apparaître » dans l'entreprise, mais elles ne seront pas alignées et pire encore, si toutes ces innovations sont lancées sur le marché, il y a un risque qu'aucune n'ait un statut différenciant. Pour réussir avec l'innovation, il est nécessaire de clarifier quelles attentes les entreprises déposent sur chaque projet, et si l'objectif est d'être le leader sur le marché, elles doivent pousser la proposition de valeur à un tel extrême que les concurrents ne puissent pas ou ne veulent pas les suivre. Ces décisions portent des risques, mais quand elles sont réussies elles permettent de tirer profit du pouvoir

sur les prix et ainsi d'éviter la commoditisation. Par conséquent un comportement opposé au risque sur ces types de projets de différenciation n'est pas une bonne stratégie, il augmente la probabilité que le projet finisse par être un gaspillage. Concentration et priorité sont très importants quand on traite de l'innovation pour la différenciation. Pour se détacher, les entreprises doivent surmonter la mentalité de réduction de risque et de manque d'alignement d'entreprise.

Nous avons conclu que si l'entreprise voulait perpétuer le lancement de l'innovation, le management plus global de l'innovation était aussi une question importante. Le lancement et le suivi de projets successifs exigent des capacités spécifiques et ces capacités se développent avec le temps selon la maturité de l'entreprise. De ce fait il est impossible de proposer des bonnes pratiques en ce qui concerne la gestion de projet. C'est la raison pour laquelle notre objectif était de proposer une classification qui permettait aux différentes entreprises d'exécuter l'analyse de leurs projets d'innovation en tenant compte de leurs attentes et leur environnement compétitif. Dans cette optique, nous avons construit un modèle ayant des entrées et des sorties bien précises afin qu'il n'y ait pas d'ambiguïté dans la classification parmi les trois catégories proposées. Nous avons divisé le modèle en trois étapes : les étapes 1 et 2 sont des étapes d'analyse et de recueil des données d'entrées et dans l'étape 3 nous avons le résultat de la classification. Nous avons ensuite testé notre proposition sur six projets d'innovation de l'industrie des moteurs électriques. Cette application du modèle sur des cas réels représente pour nous les réponses industrielles à la problématique posée au départ. De plus, cette expérimentation nous a permis de formuler de bonnes pratiques par catégorie de projets.

Les bonnes pratiques que nous avons proposées mettent l'accent sur l'interaction entre les différentes fonctions de l'entreprise. En effet, à partir de nos observations terrain nous avons conclu que les projets d'innovation étaient souvent gérés exclusivement par les directeurs et par les équipes de la R&D sans la participation régulière d'autres départements et fonctions de l'entreprise. Cependant, comme nous avons dit auparavant, les projets d'innovation peuvent souvent exiger des compétences spécifiques dans divers domaines tels que les achats, le marketing, la vente, la production, etc. Constituer des équipes transversales pour travailler sur des projets d'innovation représente un atout important pour augmenter les chances de succès. En fait, intégrer des compétences différentes très tôt, c'est-à-dire au début du développement, permet d'éviter de rencontrer des problèmes qui apparaîtraient plus tard dans le processus d'innovation. Nous avons vu que la littérature contemporaine de gestion mettait aussi en évidence cette question concernant les relations actuelles entre la R&D et l'innovation.

Selon nous le piège principal qui menace les évolutions contemporaines de la R&D vient d'une définition biaisée d'innovation dans les entreprises. Si la Recherche et le Développement sont déjà pris en compte comme permanents, organisés et des activités structurées, l'innovation reste considérée comme une qualité d'un produit ou d'un processus, mais jamais comme une forme spécifique d'activité. Nous estimons, sur des bases théoriques et empiriques évoquées dans ce document, que l'innovation peut être définie comme un

processus structuré, avec des principes spécifiques de gestion, distincts de ceux qui dirigent les activités de recherche et développement. Ainsi, le défi contemporain de la concurrence par l'innovation exigerait une transformation structurelle de l'organisation et la participation et l'engagement de plusieurs départements de l'entreprise dans le processus d'innovation.

Nous avons confirmé, dans nos observations, que lorsque le projet d'innovation était sous la responsabilité d'équipes R&D, ces groupes devaient fréquemment se comporter comme des entrepreneurs internes cherchant des ressources et de la légitimité à l'intérieur de l'entreprise. Ces équipes ne sont plus seulement confrontées aux purs défis techniques mais aussi à plusieurs questions de management et autres. Nous défendons l'idée que les entreprises devront progressivement passer d'un concept où l'innovation est une question liée purement à la R&D vers un concept plus correct de management global de l'innovation. Notre ambition est que notre modèle de classification des projets d'innovation de biens d'équipement, ainsi que la proposition de bonnes pratiques par catégorie de projets, peut aider à guider le management de l'innovation vers une plus grande intégration des différentes compétences existant à l'intérieur des industries.

En résumé, le modèle de classification que nous avons proposé dans ce document représente un premier pas vers une gestion plus personnalisée de projets d'innovation de biens d'équipement et de gestion de portefeuille, ce qui devrait contribuer à augmenter les chances de succès.

Nous n'oublions pas que dans la littérature il y a accord que, en raison des complexités associées à la recherche dans le domaine de l'innovation, nous ne produirons jamais une seule vraie théorie ou des bonnes pratiques dans le domaine de l'innovation. Néanmoins, dans notre recherche, notre intention était de construire une structure d'éléments précis permettant de classer des projets d'innovation de biens d'équipement dans le but de contribuer à augmenter leurs chances de succès.

2. DISCUSSION ET PERSPECTIVES

En ce que concerne les limites de notre recherche nous commençons par souligner l'élément contextuel : dans quelle mesure les éléments contextuels inhérents à toute recherche inductive influent-ils sur la validité des résultats ? Nous pensons que l'étude à l'intérieur d'un grand groupe constructeur de moteurs électriques paraît offrir un cadre homogène par rapport à l'industrie de biens d'équipement. Nous pouvons encore citer la limite relative aux choix effectués dans le cadre de cette recherche. En effet, nous avons placé le chercheur comme un observateur intégré dans l'équipe des projets d'innovation. La vision du processus de développement est donc abordée à travers ce prisme qui à notre avis a introduit sans doute des imprécisions. Dans quelle mesure notre approche de chercheur impacte-t-elle les résultats obtenus ? La réponse n'est pas évidente tant-il s'agit d'un positionnement a priori du chercheur vis-à-vis de son terrain couplé à des facteurs aussi bien objectifs que subjectifs. Notre approche a certainement l'avantage de recueillir « la réalité » au plus près de son

déroulement temporel et géographique comparée à une étude qui se déroulerait a posteriori mais cette proximité avec l'objet d'étude crée de nouveaux biais à savoir l'impact du chercheur sur son propre objet d'étude.

Enfin, une dernière limite est d'ordre méthodologique : avec six projets utilisés dans l'expérimentation, la généralisation est à prendre avec précaution. Cependant, en fournissant des détails sur le terrain, il est possible d'étudier la transposition ou non des conclusions à d'autres situations. Ces conclusions, rappelons-le, découlent des faits observés. Le rappel des cas constitue le garant de l'interprétation des conclusions obtenues.

Dans les perspectives de recherche une piste nous paraît incontournable : l'identification des éléments impactant le succès de chaque catégorie de projets d'innovation. Notre première supposition est que nous n'aurons pas la même sorte de défi sur les différentes catégories (comme nous l'avons montré dans la proposition de bonnes pratiques). Nous pouvons mentionner un exemple : certains types de différenciation exigeront plus d'attention en termes de protection par les brevets avant de lancer le produit sur le marché tandis que la neutralisation exigera l'analyse des brevets existants avant le démarrage du projet. Nous croyons qu'avoir des objectifs clairs aide à augmenter les chances de succès de l'innovation, de plus le succès devient un paramètre plus mesurable. Le fait d'identifier les éléments impactant le succès de chaque catégorie de projets d'innovation pourrait donner lieu à un ensemble d'outils et méthodes de gestion plus adaptés à chaque catégorie.

Pour une recherche future, nous préconisons aussi l'étude approfondie de chaque profil d'innovation indiqué sur le tableau 8 (chaque ligne valide du tableau), cela afin d'avoir des bonnes pratiques encore plus customisées. L'idéal serait de pouvoir spécifier les compétences exigées, les méthodes et les outils qui peuvent être utilisés pour piloter le développement du projet jusqu'à ce qu'il atteigne le marché avec succès.

Une dernière piste est d'approfondir le modèle proposé. Le modèle en trois étapes permet de mieux analyser les projets d'innovation. Par contre, en termes pratiques, il est souvent difficile d'affecter la segmentation des marchés aux projets d'innovation (ces informations sont parfois difficiles à obtenir au stade initial du projet). Notre travail dans ce domaine mérite sans doute d'être approfondi. Le modèle proposé peut être complété par d'autres sous-modèles ou encore modifié pour s'adapter à d'autres types de produits.

3. DEVELOPPEMENTS PERSONNELS

Comme tout projet d'innovation, toute thèse réalisée dans un cadre industriel a besoin d'un soutien au niveau stratégique. Ainsi comme dans un projet d'innovation de la catégorie « différenciation », dans une thèse nous cherchons à produire quelque chose de nouveau, différent de ce qui est connu : dans le cas d'une thèse nous cherchons notamment à « produire » de la connaissance nouvelle. Cela signifie, comme dans la différenciation, que la thèse est un projet qui au démarrage apporte beaucoup d'incertitudes, mais nous essayons de

diminuer ces « risques » à travers l'application d'une méthodologie de recherche et en ayant un recours à la littérature.

En effet, le chercheur partage des points communs avec les porteurs des projets d'innovation, notamment le fait de devoir agir comme « un entrepreneur interne ». Cependant il n'est pas toujours facile d'agir comme tel, principalement quand nos conclusions impactent l'organisation et le quotidien des personnes. Le changement n'est pas toujours facile à implémenter dans les grandes organisations où les processus et les valeurs sont déjà bien enracinés.

De plus, les changements (mutations et départs) survenus dans l'équipe de direction ont représenté davantage de défis à surpasser pendant la thèse. Ces types de changements remettent souvent en question les décisions prises précédemment. Chercher à prouver la légitimité et l'importance de la recherche scientifique sur des domaines comme le nôtre, dans un environnement compétitif et dynamique comme celui de grandes industries, a aussi été un grand défi. Surpassé avec cette thèse? Je l'espère.

D'un point de vue strictement personnel, cette thèse a représenté une expérience très enrichissante à plusieurs niveaux : humain, professionnel et intellectuel. Humain car la thèse m'a permis de rencontrer des personnes très différentes et de vivre de très bon moments ; professionnel car l'environnement Cifre m'a permis d'apprendre avec les chercheurs dans un cadre académique en parallèle du cadre industriel ; et finalement intellectuel car la thèse a représenté pour moi un saut en termes de compétences et connaissances acquises.

Chapitre 7. Bibliographie

- Abernathy, W.J. et Utterback, J.M. (1978). Patterns of Innovation in Technology, *Technology Review*.
- Abernathy, W., Clark, K. (1985). Innovation: Mapping the winds of creative destruction, *Research Policy*, 20 p.
- Ait-El-Hadj, S. (2002). Systèmes technologiques et innovation, Itinéraire théorique, ed. L'harmattan, ISBN : 274752262-8.
- Allard-Poesi, F., Perret, V. (2003). La recherche-action, in *Conduire un projet de recherche : Une perspective qualitative*, ed. Y. Giordano, EMS, Paris, pp. 85-132.
- Allen, J., Reicheld, F., Hamilton, B. et Markey, R. (2006). Capitalising on the consumer, *European Business Forum*, Issue 26, 5 p.
- Almeida, E.L.F. (1999). Une analyse évolutionniste du changement dans la technologie des moteurs électriques, Thèse de doctorat en économie appliqué, UPMF Grenoble.
- Amit, R. et Zott, C. (2001). Value creation in e-business, *Strategic Management Journal*, 28 p.
- Anderson, J., Narus, J. et Van Rossum, W. (2006). Customer Value Propositions in Business Markets, *Harvard Business Review*, 10 p.
- Ansoff, I.H. (1957). Strategies for Diversification, *Harvard Business Review*, Vol. 35 Issue 5: 113-24 (Sep-Oct).
- Aoussat, A. (1990). La pertinence en innovation; nécessité une approche plurielle. Thèse de doctorat, laboratoire de Conception de Produit Nouveaux, ENSAM.
- Argyris, C., Schon A.D. (2002). Apprentissage organisationnel. Traduit de *Organizational Learning Theory, Method and Practice* (1996). Paris, De Boeck Université.
- Assielou, N.G. (2008). Métrologie des processus d'innovation, thèse de doctorat de l'Institut National Polytechnique de Lorraine, France.
- Atuahene-Gima, K. (1996). Market Orientation and Innovation, *Journal of Business Research*, 11p.
- Ayers, D., Gordon, J., Geoffrey, L., Schoenbachler, D.D. (2001). Integration and New Product Development Success: the Role of Formal and Informal Controls, *Journal of Applied Business Research*, 17 No. 2.
- Belotti, C. (2002). Renouvellement et attractivité de la recherche industrielle : Synthèse des travaux d'un groupe de travail réuni par l'ANVIE.
- Ben Rejeb, H. (2008). Phases amont de l'innovation: proposition d'une démarche d'analyse de besoins et d'évaluation de l'acceptabilité d'un produit, thèse de doctorat de l'Institut National Polytechnique de Lorraine, France.

- Berthon, P., Hulbert, J.M, Pitt, L. F. (1999). To Serve or Create? Strategic Orientations Toward Customers and Innovation, *California Management Review*., 42 No. 1.
- Boly, V. (2008). *Ingénierie de l'innovation, organisation et méthodologies des entreprises innovantes*, Lavoisier, Paris, ISBN 978 2 7462 1798 0.
- Booz-Allen et Hamilton. (1982). *New Product Management for the 1980s*. New York: Booz-Allen & Hamilton, Inc.
- Bower, J., Christensen, C. (1995). *Disruptive Technologies: Catching the Wave*, Harvard Business Review, 11 p.
- Brandenburger, A. et Stuart, H. (1996). Value-Based Business Strategy, *Journal of Economics and Management Strategy*, 19 p.
- Calantone, R.J., Benedetto, C.A., Divine, R. (1993). Organisational, Technical and Marketing Antecedents for Successful New Product Development, *R&D Management*, 23 No.4.
- Candlot, A. (2006). *Principes d'assistance a la maîtrise d'ouvrage pour la modélisation et l'intégration d'expertise*, thèse de doctorat de l'École Centrale de Nantes et l'Université de Nantes, France.
- Chanal, V., Lesca, H., Martinet, A.C. (1997). Vers une ingénierie de la recherche en gestion. *Revue française de gestion*, n°116, pp. 41-51.
- Christensen, C.M., Overdorf M. (2003). Répondre au défi du changement radical, Harvard Business Review sur l'innovation.
- Christensen, C.M. (2003). *The Innovator's Dilemma: The Revolutionary Book that Will Change the Way You Do Business*, Collins Business Essentials, Publisher: Harper Paperbacks, ISBN: 978-0060521998.
- Christensen, C., Kaufman, P. et Shih, W. (2008). Innovation killers, how financial tools destroy your capacity to do new things, Harvard Business Review, Jan.
- Cooper, R.G. (1990) Stage-Gate Systems: A New Tool for Managing New Products. *Business Horizons*, 33(3), 44-54.
- Cooper, R.G. (2001). *Winning at New Products. Accelerating the Process From Idea to Launch*. Third Edition, Basic Books.
- Cooper R.G. (2008). Perspective: The Stage-Gate Idea-to-Launch Process-Update, What's New, and NexGen Systems, *Journal of Product Innovation Management* 25 (3): 213-32.
- Cravens, D., Greeley, G., Piercy, N. et Slater, S. (1998). Mapping the Path to Market Leadership, *Marketing Management*, 11 p.
- Crawford, C.M. (1997). *New Products Management*, Homewood, IL: Irwin.
- Daneels, Erwin. (2002). The dynamics of product innovation and firm competences, *Strategic Management Journal*, 23(12): 1095– 1121.

- David, A. (2000), Logique, épistémologie et méthodologie en sciences de gestion : trois hypothèses revisitées. Les nouvelles fondations des sciences de gestion, éléments d'épistémologie de la recherche en management, 2nd edition, Vuibert, Paris, 213p.
- David, A. (2001). Intervention research as a general framework for management research. The new foundations of management sciences, EGOS, Lyon, July.
- Devalan, P. (2006). L'innovation de rupture, Lavoisier, Paris, ISBN 2 7462 1375 3.
- Devine, W. (1983). From shafts to wires: historical perspectives on electrification, Journal of economic history, vol.43, n°2, pp.347-371.
- Divry, Jollivet. (2003). Managing the techno-organizational usage innovation : the case of EMDS and workflow, Séminaire d'économie industrielle du laboratoire MATISSE, Université Paris 1 Panthéon Sorbonne.
- Donnadieu, G., Karsky M. (2002). La systémique, penser et agir dans la complexité. Paris, Editions Liaisons.
- Eisenhardt, Kathleen M. (1989). Building theories from case study research. Academy of Management Review, Vol. 14(4), pp. 532-550.
- Fayolle, A. (2004). Entrepreneuriat – Apprendre à entreprendre, Dunod, 392 p., Paris.
- Felici, N.J. (1991). La préhistoire du moteur électrique de Franklin à Du Moncel, Bulletin d'histoire de l'électricité, n°5, pp.53-65.
- Feroli, M. (2010). Phases amont du processus d'innovation : proposition d'une méthode d'aide à l'évaluation d'idées. Thèse de doctorat de l'Institut National Polytechnique de Lorraine, France.
- Freeman, C. (1991). The nature of innovation and the evolution of the productive system, Technology and productivity- the challenge for economic policy, pp. 303-314, Paris: OECD.
- Freeman, C., Soete, L. (1997). The economics of industrial innovation, ISBN 1-85567-070-4, London: The MIT Press.
- Froehlicher, T. et Walliser, B. (2004). La métamorphose des organisations : Design organisationnel : créer, innover, relier, Editions L'Harmattan, ISBN 978-2747563208.
- Garcia, R., Calantone, R. (2002). A critical look at technological innovation typology and innovativeness terminology: a literature review, The Journal of Product Innovation Management, Vol. 19, pp. 110-132.
- Giget, Marc. (2007). L'innovation dans l'entreprise. Base documentaire Technique de l'Ingénieur, Editions T.I., réf. : AG 2020.
- Gille, B. (1978). Histoire des techniques, Gallimard, Paris (La Pleiade).

- Gima, K.A., Kwaku, E. F. (2000). Cross-Functional Influence in New Product Development: An Exploratory Study of Marketing and R&D Perspectives, *Management Science* 46 No. 10.
- Giordano, Y. (2003). Les spécificités des recherches qualitatives, in *Conduire un projet de recherche : Une perspective qualitative*, ed. Giordano, Y., EMS, Paris, pp. 12-39.
- Girin, J. (1989). L'opportunisme méthodique dans les recherches sur la gestion des organisations. Journée d'étude "la recherche-action en action et en question" organisée par AFCET, École Centrale de Paris, 10 mars.
- Giroux, N. (2003). L'étude de cas, in *Conduire un projet de recherche : Une perspective qualitative*, ed. Y. Giordano, EMS, Paris, pp. 41-84.
- Glaser, B.G., Strauss, A.L. (1967). The discovery of grounded theory; strategies for qualitative research, ed. A.P. Co. Chicago.
- Gomes, J.F.S., De Weerd-Nederhof, P.C., Pearson, A.W., Cunha, M. P. (2003). Is More Always Better? An Exploration of the Differential Effects of Functional Integration on Performance in the Product Development, *Technovation*.
- Govindarajan, V. et Gupta, A. (2001). Strategic Innovation: A conceptual Road Map, *Business Horizons*, 10 p.
- Griffin, A., Hauser, J.R. (1996). Integrating R&D and Marketing: a Review and Analysis of the Literature, *Journal of Product Innovation Management*, 13 No. 3.
- Groff, A (2009). 100 Questions pour comprendre et agir : Manager l'innovation. Editions Afnor, ISBN 978-2124652150.
- Guerin, A.M., Merunka, D. (2000). La création de nouveaux marchés par les innovations de rupture, *De l'idée au marché : innovation et lancement de produits*, 15 p.
- Guillemette, F. (2006). L'approche de la Grounded Theory pour innover? *Recherches Qualitatives*, ISSN 1715-87052006, VOL .26(1), , pp. 32-50
- Gupta, A.K., Raj, S.P., Wilemon, D. (1986). A Model for Studying R&D-Marketing Interface in the Product Innovation Process, *Journal of Marketing*.
- Gupta, A.K., Souder, W.E. (1998). Key Drivers of Reduced Cycle Time, *Research Technology Management*, 41 No. 4.
- Han, J.H., Kim, N., Srivastava, R.K. (1998). Market Orientation and Organizational Performance: is Innovation a Missing Link? *Journal of Marketing* 62 No. 1.
- Hatchuel, A. (2001). The two pillars of new management research, *British Journal of Management*, 12(special issue): 33-40.
- Hatchuel, A. et Weil, B. (2003). A new approach of innovative design: an introduction to CK theory, XIV International Conference on Engineering Design, Stockholm, Sweden.

- Hayes, R. et Abernathy, W. (1980). Managing our way to economic decline, Harvard Business Review, 11 p.
- Henderson, R., Clark, K. (1990). Architectural innovation: The reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms, Administrative Science Quarterly, 35(1), Special Issue: Technology, Organizations, and Innovation, 9-30.
- Hlady Rispal, M. (2002). La méthode des cas : Application à la recherche en gestion. De Boeck Université Bruxelles, 250p.
- Huberman, M.A., Miles, M.B. (2003). Analyse des données qualitatives, 2nde édition, Université de Boeck, 626p.
- Iselin F. (2009). Proposition de valeur et positionnement prix- La place de la valeur client dans le pricing d'offres innovantes : le cas des strat-up technologiques, thèse de doctorat du conservatoire national des arts et métiers, France.
- Jean-Louis, P.E., Pradurat, J.F., Velloso-Rodrigues, K et Bolea, A. (2010). Replacement of turbines by high speed electrical motors in compression application, IX convención internacional de gas, Venezuela.
- Jin, Z. (2001). The Nature of NDP and Role Flexibility of R&D/Marketing in a Fast Growing High-tech Setting, R&D Management 31 No. 3.
- Karakaya, F. et Kobu, B. (1994). New product development process: an investigation of success and failure in high-technology and non-high-technology firms, Journal of Business Venturing, 18 p.
- Kim, C. et Mauborgne, R. (2005). Stratégie Océan Bleu, Village Mondial, 272 p.
- Kotler, P. (2000). Marketing, millennium edition, upper saddle river, NJ: Prentice Hall, 274.
- Krawtchenko, P. (2004). Contribution à l'étude de l'intégration du client dans la conduite de projets innovants. Thèse de doctorat, INPL.
- Larousse, Petit. (2009). Petit Larousse illustré 2010, ISBN-13: 978-2035840783.
- Layton, E. (1977). Conditions of technological development, de Solla Price D, Spiegel-Rosing ID, Beverly Hills, CA: Sage Publications.
- Leenders, M. et Wierenga, B. (2008). The effect of the marketing–R&D interface on new product performance: The critical role of resources and scope, International Journal of Research in Marketing, 25, 56–68.
- Le Masson, P., Weil, B. et Hatchuel, A. (2006). Les processus d'innovation, conception innovante et croissance des entreprises, Paris: Publication Hermès Science.
- Leonard-Barton, Dorothy. (1995). Wellsprings of Knowledge, Harvard Business School Press, Boston, Massachussets.

- Li, T., Calantone, R.J. (1998). The Impact of Market Knowledge Competence on New Product Advantage: Conceptualization and Empirical Examination, *Journal of Marketing*, 62 No. 4.
- Manoury, J.L. (1968). *La genèse des innovations*, PUF, Paris, 434 p.
- Marham, S.K. (1998). A Longitudinal Examination of How Champions Influence Others to Support Their Projects, *Journal of Product Innovation Management*.
- Markides, C. (1999). A Dynamic View of Strategy, *Sloan Management Review*, 9 p.
- Maute, M.F., Locander, W.B. (1994). Innovation as a Sociopolitical Process. An Empirical Analysis of Influence Behavior Among New Product Managers, *Journal of Business Research*.
- Metcalf, J.S. et Reeve, N. (1991). Les taxonomies technologiques, In : De Bandt, J. et Foray, D. *L'évaluation économique de la recherche et du changement technologique*. Edition du CNRS, Paris, pp.175-191.
- Millier, P. (2005). *Stratégie et marketing de l'innovation technologique : Lancer avec succès des produits qui n'existent pas encore*, Dunod.
- Moenaert, R.K., Souder, W.E., Meyer, A., Deschoolmeester, D. (1994). R&D Marketing Integration Mechanisms, Communication Flows and Innovation Success, *Journal of Product Innovation Management* 11 No. 1.
- Moore, G. (1998). *Inside the tornado*, Capstone, 256 p.
- Moore, G. (2005). *Dealing with Darwin: How Great Companies Innovate at Every Phase of Their Evolution*, New York: Portfolio, 5–66.
- Moulin, R. (2010). *Dimensionnements et essais de moteurs supraconducteurs*. thèse de doctorat de la faculté des sciences et techniques, Nancy Université, France.
- Mroz, R.P. (1998). Unifying Marketing The Synchronous Marketing Process, *Industrial Marketing Management*, 27 No. 5.
- Musso, Ponthou et Seulliet. (2007). *Fabriquer le futur 2: L'imaginaire au service de l'innovation*. Village Mondial.
- OECD, Eurostat. (2005). *Oslo Manual: The Measurement of Scientific and Technological Activities. Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*, 3rd Edition.
- Orton, J.D. (1997). From inductive to iterative grounded theory: Zipping the gap between process theory and process data, *Scandinavian Journal of Management*, 13(4): 419–38.
- Ottum, B.D., Moore, W.L. (1997). The Role of Market Information in New Product Success/Failure, *Journal of Product Innovation Management*, 14 No. 4.
- Parker, S.P. (2002). *McGraw-Hill Dictionary of Scientific and Technical Terms*, McGraw-Hill Professional; 6 edition, ISBN: 978-0070423138.

- Perez, C. (2010). The financial crisis and the future of innovation: A view of technical change with the aid of history, Working Papers in Technology Governance and Economic Dynamics no. 28, The other canon foundation, Norway and Tallinn University of Technology, Tallinn.
- Perret, V., Séville, M. (2003). Fondements épistémologiques de la recherche, in Méthodes de recherche en management, ed. Thiétard, R.A., Dunod, 2ème édition.
- Perrin, J. (2001). Concevoir l'innovation industrielle. Méthodologie de conception de l'innovation, CNRS éditions, Paris.
- Petruska, I. (2004). R&D-marketing integration in the new product development process, Periodica Polytechnica, sci. vol. 12, no. 2, pp. 159–176.
- Porter, M. (1985). Competitive advantage, Free Press, 557 p. : 4-11.
- Porter, M.E. (1996). What is strategy?, Harvard business review, nov-dec, 61-78.
- Robert. (2009). Le Nouveau Petit Robert de la langue française, ISBN-13: 978-2849026335
- Rochford, L., Rudelius, W. (1997). New product development process - Stages and successes in the medical products industry, Industrial Marketing Management 26(1): 67-84.
- Romelaer, P. (2005). L'entretien de recherche, in Management des ressources humaines : Méthodes de recherche en sciences humaines et sociales. Bruxelles. pp. 101-136.
- Romon, F. (2003). Le management de l'innovation, essai de modélisation dans une perspective systémique, Thèse de doctorat de l'Ecole Centrale de Paris.
- Romon, F. (2008). Management stratégique des projets d'innovation, Techniques de l'ingénieur, Traité de Génie Industriel, n° AG 2230, 17 p.
- Roozenburg, N.J.M., Eekels, J. (1995). Product Design: Fundamentals And Methods (A Wiley Series In Product Development), Publisher: John Wiley & Sons, ISBN: 9780471943518.
- Ruekert, R.W., Walker, O.C. Jr. (1987). Marketing's Interaction with Other Functional Units: a Conceptual Framework and Empirical Evidence, Journal of Marketing.
- Samuelson, P.A., Nordhaus, W.D (1998). Economics, McGraw-Hill Companies; 16th edition, ISBN: 978-007057947.
- Sandberg, K. (2002). Is It Time to Trade In Your Business Model?, Harvard Management Update, 4 p.
- Santi, M. (2004). Pour une nouvelle typologie des innovations, Les Echos, 2 p.
- Santi, M. et Padiou, M.D. (2005). Validation quantitative d'une nouvelle typologie des innovations, Rapport sur les premières conclusions, 34p.
- Santos, N. (2004). A Era do Conhecimento: os novos desafios para os profissionais de Engenharia. In: 61ª Semana Oficial da Engenharia, da Arquitetura e da Agronomia/5º

- Congresso Nacional dos Profissionais, São Luís - Maranhão. Textos Referenciais - 61^a/5^oCNP, 2004. v. 01. p. 119-128.
- Schumpeter, J. (1911). *Théorie de l'évolution économique*, Réédition Dalloz – Sirey 1999, ISBN-13: 978-2247037650.
- Schumpeter, J.A. (1939). *Business Cycles. A theatrical, historical, and statistical analysis of the capitalist process*; Mac Graw Hill book company; New York and London, 1939.
- Slater, S. et Narver, J. (1999). Market-oriented is more than being customer-led, *Strategic management Journal*, 4 p.
- Slywotzky, A. (1998). The profit zone, *Strategy & Leadership*, 5 p.
- Smith, B., Barfield C. (1996). *Technology, R&D, and the economy*, Washington DC: The Brookings Institution.
- Smith, M., Busi, M., Ball, P. et VanDerMeer, R. (2008). Factors influencing an organisation's ability to manage innovation: a structured literature review and conceptual model, *International Journal of Innovation Management*, Vol.12, No4: 655-676.
- Song, X.M., Montoya-Weiss, M.M. (1997). Antecedents and Consequences of Cross-Functional Cooperation. A Comparison of R&D, Manufacturing and Marketing Perspectives, *Journal of Product Innovation Management*, 14 No. 1.
- Souder, W.E, Song, M. (1998). Analyses of U.S. and Japanese Management Processes Associated with new Product Success and Failure in High and Low Familiarity Markets, *Journal of Product Innovation Management*, 15 No. 3.
- Soudoplatoff, S. (2006). *Innovation processes, Revisited by Internet*.
- Strauss, A., Corbin, J. (1999). *Basics of qualitative research. Techniques and procedures for developing grounded theory*, Sage publications: Thousand Oaks, US.
- Tang, H. K. (1998). An Integrative Model of Innovation in Organizations, *Technovation*, 18 No. 5.
- Tidd, J., Bessant, J.(2009). *Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change*, Publisher: John Wiley & Sons; 4th Edition, ISBN: 978-0470998106.
- Usunier, J.C., Easterby-Smith, M., Thorpe R. (1993). *Introduction à la recherche en gestion*. Paris, Economica.
- VanDeVen, A.H., Polley, D.E., Garud, R., Venkataraman, S. (1999). *The Innovation Journey*, New York: Oxford University Press.
- Velloso-Rodrigues, K., Pradurat, J.F., Barras, N. et Thibaut, E. (2008a). Environmentally friendly drive for gas compression applications: enhanced design of high-speed induction motors, Rio Oil & Gas- Expo and Conference- Brazil.

- Velloso-Rodrigues, K., Pradurat, J.F., Truchot, P. et Mercier, J.C. (2008b). Design of high-speed induction motors and associate inverter for direct drive of centrifugal machines, Proceedings of the 2008 International Conference on Electrical Machines IEEE, Portugal.
- Velloso-Rodrigues, K. (2009). Using induction motors for high-speed, direct drive applications in compressors and pumps, Turbomachinery International Magazine, January /February.
- Velloso-Rodrigues, K., Pradurat, J.F. (2009). Field-tested technology for gas compression: using high-speed induction motors to replace conventional solutions, Rio Pipeline-Expo and Conference September 2009- Brazil.
- Viardot, E. (1992). Le marketing de la high tech, Publi Union, 198 p.
- Vitale R., Giglierano J. et Miles M. (2003). Entrepreneurial orientation, market orientation and performance in established and startup firms, Paper presented at the UIC Symposium on Marketing and Entrepreneurship of Chicago, 20 p.
- Von Hippel, E. (1986). Lead Users: An Important Source of Novel Products Concepts, Management Science, 18 p.
- Von Hippel, E. (1999). Breakthroughs to Order at 3M, MIT-SSM Working Paper, 21p.
- Wacheux, F. (1996). Méthodes qualitatives et recherche en gestion. Économica, Paris.
- Wheelwright, S.C., Clark, K.B. (1992). Revolutionizing Product Development, The Free Press, New York.
- Wickham, P. (2004). Strategic Entrepreneurship, Prentice Hall, Harlow, 619 p.
- Willinger, M. et Zuscovith, E. (1993). Efficience, irréversibilité et constitution des technologies, Revue d'économie industrielle, n°65, pp.7-23.
- Yin, R. (1994). Case study research: design and methods. Applied social research methods series, v.5. ed. Thousand Oaks- Sage Publications.
- Yin, R.. (2003). Case study research: design and methods, Thousand oaks: Sage publications.

TABLE DES FIGURES

Figure 1. Dispositif CIFRE	9
Figure 2. L'interaction académique-industrielle	11
Figure 3. Spécification de notre champ de recherche	13
Figure 4. Approche méthodologique	21
Figure 5. Eclaté d'un moteur à rotor à cage.....	28
Figure 6. Facteurs économiques et technologiques qui ont guidé le processus d'innovation	29
Figure 7. L'évolution de la densité de puissance dans les moteurs électriques (Source : Convertteam SAS).....	30
Figure 8. Stratégie d'économies d'échelle versus stratégie de systèmes complexes (adapté de Moore, 2005).....	33
Figure 9. Cyclicité des stratégies (adapté de Moore, 2005).....	34
Figure 10. Les trois composants principaux conçus et fabriqués par Convertteam.....	37
Figure 11. Historique de Convertteam	38
Figure 12. Moteurs fabriqués à l'usine de Nancy. De gauche à droite : moteur pour le submarine « pluviose » (1906) et moteur a induction, 900 kw, 107 tr/mn (1930).....	39
Figure 13. Contexte industriel	43
Figure 14. Articulation des chapitres : De la problématique industrielle à la problématique de recherche.....	44
Figure 15. De la découverte à l'innovation	47
Figure 16. Processus de développement Stage-Gate system (Cooper, 2008)	50
Figure 17. L'entonnoir de l'innovation (Wheelwright et Clark, 1992)	51
Figure 18. Les cinq « natures » d'innovation selon Schumpeter (1911)	53
Figure 19. Les 4Ps de l'espace de l'innovation selon Tidd et Bessant (2009)	53
Figure 20. Synthèse des principaux sens du mot innovation.....	58
Figure 21. Les quatre niveaux d'action pour l'ingénierie de l'innovation selon Boly (2008)	61
Figure 22. Répartition des capacités dans une entreprise	63
Figure 23. L'approche « Techno Push » et « Market Pull ».....	68
Figure 24. L'approche « Techno Push » (ou « Innovation Push »).....	68
Figure 25. L'approche « Market Pull »	70
Figure 26. Le triangle de l'innovation technique.....	71
Figure 27. Articulation des chapitres : De la problématique de recherche à la formulation des réponses théoriques.....	79
Figure 28. Moment où notre proposition de classification doit être appliquée.....	83
Figure 29. Innovation, incertitudes et l'engagement de ressources (adapté de Tidd et Bessant, 2009)	84
Figure 30. Dynamique d'Origine des projets d'Innovation (source : notre recherche)	91
Figure 31. Relation entre les entrées et les sorties du modèle.....	92
Figure 32. Matrice d'Ansoff (Ansoff, 1957)	93
Figure 33. Segmentation de marché de produits de haute technologie (Tidd et Bessant, 2001)	94
Figure 34. Classification représentée en forme d'un circuit logique	103
Figure 35. Etapes du modèle de classification de projets d'innovation.....	105

Figure 36. Articulation des chapitres : De la formulation des réponses théoriques à la proposition des réponses industrielles	106
Figure 37. Comparaison d'encombrement entre les 3 solutions pour l'entraînement des pompes et compresseurs (Source : notre recherche).....	113
Figure 38. Insertion du rotor dans le stator et moteur fini.....	115
Figure 39. Evolution de la quantité des MGV fabriqués	116
Figure 40. Marché des MGV actuels et prospection dans les atmosphères plus agressives.....	119
Figure 41. Risque marché vs. Risque technique pour la technologie MGV (source : notre recherche)	120
Figure 42. A gauche moteur POD (hors bord) et à droite moteur « in-board ».....	128
Figure 43. Dans l'ordre : moteur « in-board », moteurs POD et moteur pump-jet POD.....	129
Figure 44. De gauche à droite : POD conventionnel et Pump-jet POD	129
Figure 45. Technologie Pump-jet POD	130
Figure 46. Exemple des compétences requises pour trois catégories de projet d'innovation.....	137
Figure 47. Conditions déterminant l'intérêt de l'investissement dans intégration entre la R&D et le marketing (Leenders et Wierenga, 2008)	138
Figure 48. Articulation des chapitres : La proposition des réponses industrielles.....	142

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1. Grille d'observation	23
Tableau 2. Gammes des moteurs fabriqués par « Converteam Rotating Machines Division ».....	40
Tableau 3. Typologies de l'innovation selon Garcia et Calantone, 2002.....	57
Tableau 4. L'approche « Techno Push » vs. « Market Pull »	70
Tableau 5. Identification des typologies des innovations (Garcia et Calantone, 2002).....	95
Tableau 6. Profils d'innovation du tableau 5 classifiés selon nos entrées.....	96
Tableau 7. Table vérité	98
Tableau 8. Table vérité- Projets d'Innovation classifiés dans l'optique d'une entreprise référentielle	101
Tableau 9. Table vérité minimisée- Projets d'Innovation classifiés dans l'optique d'une entreprise référentielle.....	103
Tableau 10. Projets utilisés dans l'expérimentation	108
Tableau 11. Caractéristiques des projets retenus pour l'expérimentation	109
Tableau 12. Premier partie : questions sur les caractéristiques du projet	110
Tableau 13. Deuxième partie : affirmations.....	111
Tableau 14. Réponses du questionnaire par projet	112
Tableau 15. Brevets attribués à la solution MGV.....	114
Tableau 16. Segment de marché visé par le projet I.....	117
Tableau 17. Etape 2 du modèle appliquée au projet I	117
Tableau 18. Segment de marché visé par le projet II.....	121
Tableau 19. Etape 2 du modèle appliquée au projet II	121
Tableau 20. Segment de marché visé par le projet I.....	123

Tableau 21. Etape 2 du modèle appliquée au projet II	124
Tableau 22. Capacités de différents constructeurs de moteurs électriques pour la gamme des machines anti-déflagrantes (source : notre recherche).....	125
Tableau 23. Segment de marché visé par le projet IV.....	126
Tableau 24. Etape 2 du modèle appliquée au projet IV	126
Tableau 25. Segment de marché visé par le projet V.....	127
Tableau 26. Etape 2 du modèle appliquée au projet V	127
Tableau 27. Segment de marché visé par le projet VI.....	131
Tableau 28. Etape 2 du modèle appliquée au projet VI.....	131
Tableau 29. Résultats de la classification des projets réels.....	132
Tableau 30. Positionnement attendu sur le marché et aspects importants.....	133

TABLE DES EQUATIONS

Équation 1. Fonctions logiques associées aux sorties de notre modèle.....	102
Équation 2. Fonctions logiques minimisées associées aux sorties de notre modèle ¹	102

AUTORISATION DE SOUTENANCE DE THESE
DU DOCTORAT DE L'INSTITUT NATIONAL
POLYTECHNIQUE DE LORRAINE

o0o

VU LES RAPPORTS ETABLIS PAR :

Monsieur Ameziane AOUSSAT, Professeur, ENSAM, PARIS

Monsieur Smail AIT EL HADJ, Professeur, ITECH, ECULLY Cedex

Le Président de l'Institut National Polytechnique de Lorraine, autorise :

Mademoiselle VELLOSO RODRIGUES Karina

à soutenir devant un jury de l'INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE LORRAINE,
une thèse intitulée :

"Essai de modélisation du processus d'innovation des biens d'équipement : le cas d'un produit de haute technologie à long cycle de vie. Application aux moteurs électriques dans un groupe industriel international. "

en vue de l'obtention du titre de :

DOCTEUR DE L'INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE LORRAINE

Spécialité : « Génie des Systèmes Industriels »

Fait à Vandoeuvre, le 09 février 2011

Le Président de l'I.N.P.L.,

F. LAURENT



NANCY BRABOIS
2, AVENUE DE LA
FORET-DE-HAYE
BOITE POSTALE 3
F - 5 4 5 0 1
VANDŒUVRE CEDEX

Essai de modélisation du processus d'innovation des biens d'équipement: le cas d'un produit de haute technologie à long cycle de vie.

Application aux moteurs électriques dans un groupe industriel international.

Karina VELLOSO RODRIGUES

La maîtrise du processus d'innovation est devenu un enjeu majeur pour les acteurs économiques actuels. Plus particulièrement dans les industries de biens d'équipement, le processus de conception et développement est long, complexe et implique différents acteurs travaillant sous des contraintes sévères. L'innovation n'est plus une activité ponctuelle mais récurrente. Le développement de nouveaux produits est donc organisée sous la forme de projets: les «projets d'innovation». A partir des observations portées sur le pilotage des projets d'innovation à l'intérieur d'un groupe industriel appelé Converteam, cette thèse propose une méthode de classification et segmentation des projets d'innovation de biens d'équipement.

Afin de concevoir cette méthode de classification, une méthodologie d'observation pour la collecte des données a été mise au point. La campagne d'expérimentation a été menée dans le cadre de six projets d'innovation développés chez Converteam. Nous avons commencé par réaliser une analyse de l'évolution et de la dynamique d'innovation de la technologie des moteurs électriques afin de préciser la problématique industrielle. Ensuite nous avons analysé la littérature afin de trouver les éléments permettant de mettre au point une classification des projets d'innovation. L'étude de ces éléments a abouti dans une méthode de classification qui prend en compte les aspects marketing, technologiques et les attentes des entreprises, pour classer les projets en trois catégories : la différenciation, la neutralisation et l'optimisation. Cette méthode a été testée sur six projets d'innovation ce qui nous a permis de dégager de bonnes pratiques pour chaque catégorie de projet.

Mots-clés: *projets d'innovation, biens d'équipement, classification des projets d'innovation, méthode de classification, gestion de portefeuille de projets.*

Modelling capital goods innovation process: the case of a high-tech, long life cycle product.

Practical application on the field of electric motors in an international industrial company.

Karina VELLOSO RODRIGUES

Mastering the innovation process is a critical and major issue for a wide range of companies in this rapidly changing world. Especially in the capital goods industries where the design and development process is very long, complex and involves many different departments working under severe constraints (limited financial and technological resources, time, standards and rules to follow, etc). Innovation in these industries is no longer casual, but it has become a pivotal activity of the company. Thus, new product development activity is organized into "innovation projects". From observations of the innovative projects driver within a large industrial group called Converteam, this thesis proposes a method for classifying and segmenting capital goods innovation projects.

In order to develop this classification method, an observation methodology for data collection has been developed. The experimental procedure was performed in six innovation projects developed at Converteam. We started by analysing the evolution and dynamics of the electric motors technology. Then, we analyzed the literature in order to find the inputs and outputs needed to develop a classification of innovation projects. The study of these elements resulted in a classification method that takes into account the marketing and technological aspects and the company expectations to classify projects into three categories: differentiation, neutralization and optimization. This method was tested on six innovative projects that allowed us to identify good practices for each project category.

Keywords: *innovation projects, capital goods, innovation projects classification, classification method, project portfolio management.*