



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE LORRAINE
École Doctorale RP2E - Equipe de Recherche sur les Processus Innovatifs

Thomas GILLIER

**COMPRENDRE LA GÉNÉRATION
DES OBJETS DE COOPERATION INTERENTREPRISES
PAR UNE THÉORIE DES CO-RAISONNEMENTS DE CONCEPTION**

Vers une nouvelle ingénierie des partenariats d'exploration technologique

Thèse

Présentée et soutenue publiquement le 26 Mai 2010
pour l'obtention du grade de Docteur de l'INPL
Spécialité : Génie des Systèmes Industriels

<i>Directeur de thèse</i>	Patrick TRUCHOT Professeur, INPL
<i>Co-directeur de thèse</i>	Benoît ROUSSEL Maître de Conférences, INPL
<i>Président du jury</i>	Christophe MIDLER Directeur, CRG École Polytechnique - Directeur de recherche CNRS
<i>Rapporteur</i>	Armand HATCHUEL Professeur, Mines ParisTech
<i>Rapporteur</i>	Jean-François BOUJUT Professeur, INPG
<i>Suffragant</i>	Stéphanie DAMERON-FONQUERNIE Professeur, Université Paris Dauphine
<i>Membre invité</i>	Gérald PIAT Directeur industriel - Ingénieur Chercheur en Innovation, EDF R&D
<i>Membre invité</i>	Michel IDA Directeur, MINATEC IDEAs Laboratory®

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.

A mes parents,

REMERCIEMENTS

Cette fois, c'est bien le point final. Alors que je m'apprête à conclure cette thèse, le chemin parcouru me revient en mémoire. Durant trois années, cette thèse n'a cessé d'occuper mes pensées et m'a plongé dans des sentiments terriblement contrastés : à maintes reprises, des périodes de constellation se sont croisées à des moments de consternation. Pour garder le cap sur l'objectif tant désiré, j'ai bénéficié de nombreux soutiens ; certains ponctuels, d'autres de chaque instant, mais tous essentiels. Pour m'avoir écouté, guidé, consolé, encouragé, merci à tous. Si je souhaite témoigner ma gratitude envers chacune de ces personnes ainsi qu'envers les membres du jury qui me font l'honneur de lire et d'évaluer ce travail, je tiens aussi à signifier une reconnaissance particulière à certaines d'entre elles.

Jour après jour, j'ai eu la chance d'être accompagné par un fabuleux directeur industriel : Gérard Piat. Je lui adresse mes plus sincères remerciements. Je réalise à quel point son investissement et son soutien inconditionnel, dans des moments parfois difficiles, ont été essentiels dans la conduite de ces travaux. Cette thèse est également la sienne. Je le remercie d'avoir su rebondir sur mes interrogations, de s'être plongé dans la littérature avec enthousiasme et d'avoir contribué à donner du rythme à cette recherche. Je suis extrêmement ému par les liens amicaux que nous avons noués et la passion qu'il a clairement exprimée durant ces trois années. Je lui propose très volontiers de prolonger ce binôme pour de futurs travaux.

Je suis particulièrement reconnaissant envers Benoît Roussel pour avoir co-encadré cette thèse. Je le remercie pour sa disponibilité, sa qualité d'écoute et son ouverture d'esprit. Il a accepté mes sensibilités de recherche, supporté des convictions qui n'étaient pas toujours siennes et corrigé avec abnégation cette thèse. Je remercie également Patrick Truchot d'avoir accepté la responsabilité de diriger cette thèse dans un contexte géographique original. Merci à Marcelo Ferioli ainsi qu'à mes collègues de l'ERPI pour l'accueil chaleureux qu'ils m'ont toujours réservé lors de mes passages à Nancy.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à Armand Hatchuel. J'ai vécu, en 2006, mon premier émerveillement scientifique lors d'un de ses cours magistraux sur la théorie C-K. Ce moment, d'une très grande émotion, qui a réveillé ma curiosité de chercheur, demeurera sans cesse dans ma mémoire. Je le remercie aussi d'avoir toujours accueilli et fait vivre mes travaux au sein du

Centre de Gestion de l'École des Mines de Paris. Ses théories stimulantes et ses intuitions parfois déstabilisantes ont été déterminantes dans mon cheminement intellectuel.

Je tenais à remercier Blanche Segrestin et Pascal Le Masson de m'avoir conseillé dès le début de mes recherches. Leur capacité d'analyse, leurs connaissances et leur faculté à exposer clairement leurs idées m'ont très largement inspiré. Merci à Sophie Hooge pour ses encouragements, pour m'avoir redonné la confiance qui me manquait dans mes moments de doute. Mes pensées vont ensuite, bien évidemment, à mon ami Akin Osman Kazakçi qui a accepté de collaborer avec un jeune thésard. Ces quelques mots, en turc, lui sont dédiés : *"Bu gezi sırasında, büyüleyici bir kesif yaptım, Dubrovnik'te insani ve entelektüel nitelikleri olağanüstü olan bir arkadaşla tanistım. Akin, sen beni « C-K Teorisi » nin derinliklerine götürdün: matematik formülleri ile dolu restoran masa örtülerini hala hatırlıyorum ! Bu değişim, benim için gerçek bir hazine ve buyulu anlardı, senin bakış açin ve yayınlar hakkındaki tavsiyelerin yardımıyla bilimsel topluluğunun nasıl çalıştığını desifre edebildim. Akin, nihilist arkadaşım, sana içtenlikle teşekkür ederim."*

Je tiens vivement à remercier le département ICAME d'EDF R&D où cette thèse CIFRE a été initiée et tout particulièrement Olaf Maxant, Philippe Chabault et Corinne Muller. Je les remercie de la confiance qu'ils ont témoignée à mon égard ainsi que la visibilité qu'ils ont donnée à mes travaux au sein du département. Merci également à mon collègue Edouard Siekierski pour l'intérêt continu porté à ma thèse ; nos discussions sur le Design, bien que parfois tendues et confuses, m'ont permis d'affirmer et préciser davantage ces travaux.

Un immense merci à l'ensemble du personnel et des partenaires de MINATEC IDEAs Laboratory. Je remercie Michel Ida pour la très grande autonomie qu'il m'a accordée, pour son soutien inconditionné, pour la relecture de cette thèse et sa valorisation. Je souhaite exprimer ma gratitude envers le *PhD crew* : Nicolas Veyrat, Stéphanie Chifflet, Pierre-Laurent Félix, Sébastien Caudron et Selma Fortin. Bien que de disciplines de recherche totalement différentes, votre écoute et vos encouragements ont, sans nul doute, donné un élan favorable à cette recherche. Je remercie notamment Pierre-Laurent Félix pour m'avoir procuré de précieux moments de décompression, pour m'avoir rassuré et accompagné dans mon apprentissage des Sciences de Gestion. Merci aussi à Jean-Philippe Gros, Stéphanie Cuman, Magali Cros, David Lombard, Philippe Caillol, Philippe Mallein, Bastien Rosier, Audrey Vidal, Meyer Haggege, Antoine Cicéron... Ils ont accepté avec enthousiasme que je me saisisse de leurs pratiques en matière d'innovation en coopération et ils m'ont amené à affiner mes pensées. Je les en remercie.

Je tiens à remercier chaleureusement des amis que j'ai eu la chance d'avoir à mes côtés, notamment Cédric Schwartz, Fleur Vallet, Claire Vallier, Pierre Petit, Mathieu De Villiers, Romain Fricheteau, Caroline Zenatti ; ils ont su tendre une oreille attentive et me donner du recul sur l'aventure humaine extraordinaire que j'étais en train de vivre.

Mes sentiments les plus chers s'adressent à mes proches, mon frère, ma sœur, ma grand-mère et mes parents pour qui cette thèse de doctorat est dédiée. Ma famille a cru en moi, ils m'ont vu dans tous mes états et ont accepté courageusement que je les emmène dans un monde qui leur est bien étranger. Enfin, infiniment merci à celle, qui par son écoute attentive et son amour a rendu possible l'aboutissement de ces travaux.

SOMMAIRE DE LA THESE

INTRODUCTION ET METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE10

CHAPITRE I. INTRODUCTION GENERALE : CONTEXTE INDUSTRIEL, OBJET DE RECHERCHE ET SYNOPSIS 11

CHAPITRE II. UNE THESE « ENRACINEE » : POSTURE EPISTEMOLOGIQUE ET METHODOLOGIE DE RECHERCHE 21

1. Posture épistémologique et approche méthodologique..... 23

2. Déroulement de la méthode de recherche 30

CONCLUSION ET RESUME DU CHAPITRE II 42

PARTIE 1. DECRYPTER ET INSTRUMENTER LES PARTENARIATS D'EXPLORATION PAR LES THEORIES DE CONCEPTION 44

CHAPITRE III. L'INNOVATION : UN CONCEPT MALLEABLE ET ENIGMATIQUE EN CRISE DE REPERE THEORIQUE ACTIONNABLE..... 46

1. Le contexte contemporain de la stratégie d'innovation intensive : un rythme élevé de production d'innovations 48

2. L'organisation de l'innovation vue sous le prisme des modèles classiques de gestion de l'innovation 53

3. Comprendre l'innovation par les raisonnements de conception..... 65

CONCLUSION ET RESUME DU CHAPITRE III 67

CHAPITRE IV. DES RAISONNEMENTS DE CONCEPTION AUX CO-RAISONNEMENTS DE CONCEPTION..... 68

1. Les Sciences de Conception 70

2. La Théorie de conception C-K..... 79

3. De la compréhension des raisonnements de conception aux co-raisonnements de conception 91

CONCLUSION ET RESUME DU CHAPITRE IV 93

CHAPITRE V. COMPRENDRE LES PARTENARIATS D'EXPLORATION POUR MIEUX LES OUTILLER..... 94

1. Les partenariats interentreprises en conception : enjeux, crises et éléments typologiques 97

2. Les partenariats d'exploration 103

3. Une littérature limitée pour modéliser et instrumenter les partenariats d'exploration : esquisses de nouvelles perspectives de recherche 118

CONCLUSION ET RESUME DU CHAPITRE V 127

RESUME DE LA PARTIE 1 129

PARTIE 2. MODELISER LA GENERATION DES OBJETS DE COOPERATION DANS UN PARTENARIAT D'EXPLORATION TRANSECTORIEL 132

CHAPITRE VI. MINATEC IDEAs Laboratory® : DES PARTENAIRES AUX SAVOIRS ET INTERETS HETEROGENES 134

- 1. Les Micro-nanotechnologies à Grenoble 136
- 2. MINATEC IDEAs Laboratory : un cas d'étude unique 141
- 3. Les conditions de la co-exploration à MINATEC IDEAs Laboratory 151

CONCLUSION ET RESUME DU CHAPITRE VI 160

CHAPITRE VII. PROPOSITION D'UN MODELE THEORIQUE POUR MODELISER LA GENERATION DES OBJETS DE COOPERATION 162

- 1. Modéliser les invariants des situations de coopération : les principes fondamentaux de notre modélisation et le vocabulaire employé..... 165
- 2. Le Modèle Matching/Building 170
- 3. Le Modèle Matching/Building en action à MINATEC IDEAs Laboratory 181

CONCLUSION ET RESUME DU CHAPITRE VII..... 195

RESUME DE LA PARTIE 2 197

PARTIE 3. INSTRUMENTER LES ACTIVITES D'EXPLORATION COLLECTIVE 199

CHAPITRE VIII. CARTOGRAPHIER DES CHAMPS D'INNOVATION POUR PILOTER LA CO-EXPLORATION 201

- 1. Proposition d'un outil de pilotage de champs d'innovation : OPERA..... 204
- 2. Expérimentation d' OPERA sur « ENERGIE EN MOBILITE »..... 216
- 3. Discussion des résultats de l'expérimentation et perspectives de recherche 229

CONCLUSION ET RESUME DU CHAPITRE VIII 238

CHAPITRE IX. CO-EXPLORER DES TECHNOLOGIES EMERGENTES : VERS LE CONCEPT D'IDENTITE TECHNOLOGIQUE 239

- 1. Enjeux et difficultés de l'exploration technologique à MINATEC IDEAs Laboratory 242
- 2. Expérimenter la co-exploration sur des projets de micro-nanotechnologies..... 246
- 3. Interprétation des résultats de notre expérimentation : explorer l'identité technologique..... 258

CONCLUSION ET RESUME DU CHAPITRE IX 269

RESUME DE LA PARTIE 3 270

CONCLUSION GENERALE.....	272
CHAPITRE X. CONCLUSION ET PERSPECTIVES DE RECHERCHE	273
1. Enseignements théoriques pour comprendre la genèse des projets de coopération : l'apport des co-raisonnements de conception.....	275
2. Enseignements managériaux	277
3. Perspectives de recherche	281
ANNEXES	284
LISTE DES FIGURES	295
LISTE DES TABLEAUX	299
TABLE DES MATIERES.....	301
BIBLIOGRAPHIE.....	307

INTRODUCTION
ET
METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE

CHAPITRE I. INTRODUCTION GENERALE : CONTEXTE INDUSTRIEL, OBJET DE RECHERCHE ET SYNOPSIS

Innovation ouverte, innovation partagée, partenariat d'innovation, co-innovation, crowdsourcing, plateau d'innovation, réseaux d'innovation, alliance stratégique, pôle de compétitivité... Que ce soit dans des revues pour managers ou dans des journaux scientifiques, les incitations à ce que les organisations ouvrent leurs frontières vers l'extérieur pour innover ne manquent pas ces dix dernières années. Bien que reconnaître la nécessité de développer des compétences relationnelles pour accroître les capacités d'innovation n'est pas un fait fondamentalement nouveau (cf. Figure 1), le constat du taux élevé d'échecs des coopérations (Lhuillery et Pfister, 2009, Okamuro, 2007, Reuer et Zollo, 2005, Yan et Zeng, 1999) et l'intensification des coopérations (Hagedoorn, 2002) exigent néanmoins une meilleure maîtrise des processus de coopération. En d'autres termes, les coopérations deviennent un objet de gestion à part entière, une nouvelle facette du métier des cadres supérieurs qu'il s'agit d'acquies rapidement.



Figure 1. La Lunar Society, société savante de Birmingham, XVIII^{ème} siècle¹
(crédit : Science Museum Library)

Les coopérations sont considérées par les entreprises comme une possibilité de se rapprocher de deux principales sources d'information : il s'agit de nouer des relations privilégiées avec des

¹ De 1765 à 1813, la Lunar Society réunissait régulièrement, durant les soirs de pleine lune, les grands intellectuels de la révolution industrielle autour de débats sur des questions scientifiques et sur l'application de la Science dans la fabrication, l'exploitation minière, les transports ou encore la médecine. Parmi ses membres emblématiques figuraient : Matthew Boulton, Erasmus Darwin, James Watt, Joseph Priestley ou encore James Keir.

clients (existants ou potentiels) ou avec d'autres organisations. Pour notre part, nous traiterons majoritairement cette deuxième dimension et nous concentrerons notre analyse en particulier sur les coopérations interentreprises.

Après avoir touché les services achats, le secteur de la production, une tendance forte qui se dégage ces dernières années correspond à l'intérêt accru de la part des entreprises à s'engager dans des relations partenariales durant leurs activités de conception de nouveaux produits/services. Face au contexte d'innovation intensive (Chapel, 1997, Gastaldi et Midler, 2005) et aux morcellements des expertises, les partenariats interentreprises en conception apparaissent ainsi comme une nécessité pour mener à bien des activités d'innovation.

Plus précisément, les coopérations interentreprises remontent le processus de conception et se déplacent dans les phases amont de l'innovation (Midler, Maniak, et al., 2007), des situations exploratoires relativement loin des marchés finaux. Dans ces coopérations, l'intérêt des entreprises n'est pas de se restreindre au développement d'un objet particulier mais plutôt de pouvoir investiguer collectivement de nouveaux champs d'innovation porteurs de valeurs nouvelles (Le Masson, Weil, et al., 2006). Dans ce contexte, les relations interentreprises subissent de profondes mutations. Il ne s'agit plus uniquement aujourd'hui de coopérer sur des sujets très délimités mais au contraire, d'élaborer conjointement des projets portant sur des champs d'investigation élargis. La contractualisation d'accords de coopération dans les phases amont autorise, d'une certaine manière, une certaine autonomie d'action dans les sujets à traiter et le choix des partenaires.

Parmi les différentes initiatives nationales et internationales qu'il est possible d'observer en matière de partenariat d'innovation, l'accès à des ressources scientifiques et technologiques pointues est une des principales raisons de coopérer. En effet, de nombreuses recherches ont reconnu l'importance des technologies dans le processus d'innovation (Abernathy et Utterback, 1978, Christensen et Rosenbloom, 1995, Dosi, 1988). Ces auteurs ont notamment insisté sur la nécessité des entreprises à surveiller l'évolution des technologies et à adapter leurs propositions commerciales (Christensen et Raynor, 2003). Les coûts importants de développement de ces nouvelles technologies dissuadent généralement les entreprises de se lancer seules, la coopération est ainsi perçue comme un moyen de partager les dépenses. En France, l'avènement massif des pôles de compétitivité en représente une parfaite illustration ; que ce soit les énergies renouvelables, les biotechnologies ou encore les nouvelles technologies d'information et de communication, ces expertises se révèlent fortement fédératrices. Ce constat s'explique aussi par

le caractère générique et émergent de ces technologies. En effet, comme ces technologies ne sont pas (encore) confinées à des marchés spécifiques, les entreprises n'hésitent pas à mettre en commun une partie de leurs ressources pour investiguer collectivement ces nouvelles connaissances, se réservant par la suite, le droit de développer indépendamment leurs propres applications finales.

C'est cette perspective qui a conduit EDF R&D à intégrer fin 2005 le plateau d'innovation multipartenaires grenoblois : MINATEC IDEAs Laboratory®². Accueilli au cœur du centre de Recherche sur les micro-nanotechnologies, MINATEC, MINATEC IDEAs Laboratory regroupe des organisations désireuses de mener ensemble des projets d'innovation à partir de ces technologies émergentes. Depuis sa création en 2001, MINATEC IDEAs Laboratory a compté des partenaires d'horizons variés : EDF R&D, CEA³, RENAULT, ESSILOR, BOUYGUES, ROSSIGNOL, FRANCE TELECOM, UNIVERSITE PIERRE-MENDES FRANCE, UNIVERSITE STENDHAL...

Pour EDF R&D, l'ouverture totale à la concurrence du marché de l'électricité en 2007 incite l'entreprise française à renforcer sa politique partenariale. L'entrée d'EDF R&D dans le partenariat MINATEC IDEAs Laboratory constitue ainsi une opportunité d'explorer de nouvelles offres à ses clients en investiguant l'infiniment petit. Les micro-nanotechnologies, ces technologies protéiformes aux performances étonnantes, promettent de révolutionner des pans industriels entiers (Thukral, Von Ehr, et al., 2008, Walsh, 2004). Pour EDF R&D, MINATEC IDEAs Laboratory représente une possibilité de mieux comprendre le potentiel d'innovation des micro-nanotechnologies en déterminant des cibles applicatives pour ses clients et ses métiers (source : contrat de participation). De plus, le caractère transectoriel de MINATEC IDEAs Laboratory est aussi l'occasion pour EDF R&D de nouer des relations privilégiées avec d'autres industriels et de réfléchir conjointement à des scénarios d'offres futures d'écosystèmes de produits/services qui se démarquent radicalement de la concurrence.

Plongé au cœur de MINATEC IDEAs Laboratory, cette thèse CIFRE⁴ avec EDF R&D a débuté en février 2007. Rattaché au département "Innovation Commerciale, Analyse des Marchés et de leur Environnement" (ICAME) d'EDF R&D, dont une des activités est de proposer des offres commerciales potentielles en se basant sur les nouvelles technologies dans l'habitat, la demande industrielle qui m'a été explicitée était de proposer une analyse du fonctionnement de cette nouvelle génération de partenariat, une forme « ouverte » de R&D, et de proposer des dispositifs

² Marque déposée par le CEA

³ Commissariat à l'Energie Atomique

⁴ Conventions Industrielles de Formations par la Recherche (<http://www.anrt.asso.fr>)

méthodologiques efficaces et adaptés pour mener des projets d'innovation à partir des micro-nanotechnologies. Dans le même temps, il m'a été demandé de m'impliquer fortement dans les activités opérationnelles de MINATEC IDEAs Laboratory, de participer à la réalisation des projets menés par les partenaires et d'identifier des nouveaux objets communicants et des dispositifs de récupération d'énergie prometteurs. Cette recherche s'est donc déroulée majoritairement à MINATEC IDEAs Laboratory (environ 90% du temps de travail), le reste de mon imputation étant alloué à des travaux d'interfaces avec le département ICAME situé à Paris.

Dans la littérature scientifique, différentes appellations sont utilisées pour désigner ces nouveaux partenariats de R&D : partenariat d'innovation (Frechet, 2003, Vanhée, 2008), co-innovation (Beelaerts van Blokland, Verhagen, et al., 2008, Bossink, 2002, Maniak et Midler, 2008), open-innovation (Chesbrough, 2003, Christensen, Olesen, et al., 2005), co-exploration interfirmes/co-conception en avance de phase (Kessler, 1998); exploration alliance (Koza et Lewin, 1998)...

Pour notre part, nous emprunterons à (Segrestin, 2003) le concept de *partenariat d'exploration*. Nous retiendrons dans cette thèse le terme de partenariat d'exploration car son étymologie nous paraît révélatrice des activités et du contexte de MINATEC IDEAs Laboratory. Contrairement aux situations d'exploitation, les partenaires de MINATEC IDEAs Laboratory doivent faire face à une situation de forte incertitude à la fois sur les technologies et sur les segments de marché à investiguer (Chanal et Mothe, 2004, Dannels, 2002, March, 1991). Mais, bien plus encore, MINATEC IDEAs Laboratory intègre une particularité singulière des partenariats d'exploration : les objets de la coopération entre les partenaires ne sont pas connus avant leur coopération. En effet, comme le souligne (Segrestin, 2003), une propriété déterminante des partenariats d'exploration correspond au fait que l'objet de la coopération, c'est-à-dire, ce qui est partagé par les différentes parties-prenantes d'une coopération, n'est pas défini *ex-ante*.

D'un point de vue plus général, cette caractéristique met à mal nos représentations classiques de la coopération. Selon le dictionnaire Larousse, coopérer⁵ signifie « travailler ensemble, concourir à une œuvre commune ». En 1867, Marx définissait la coopération comme « plusieurs individus travaillant ensemble de façon planifiée dans le même processus de travail, ou dans des processus distincts, mais liés entre eux ». Pour (Sardas, Erschler, et al., 2000), « au sens le plus général, la coopération est l'action collective orientée vers un même but, au travers de laquelle des sujets contribuent au même résultat ».

⁵ Après une brève revue des définitions données au terme « coopération » et « collaboration », nous préférons le terme « coopération » car il semble mieux souligner l'indépendance des partenaires. Bien que les entreprises travaillent conjointement sur des projets, celles-ci sont relativement indépendantes et autonomes vis-à-vis de leur stratégie, de leur dimension juridique ou encore dans leurs apports de compétences (Achelhi, 2007, Dameron, 2000, Saubesty, 2002). Enfin, pour nous, la « coopération » référerait tout aussi bien à un travail synchrone qu'asynchrone.

Dans cette acception, le partage des objectifs de la coopération est une condition axiomatique de l'action collective (Barnard, 1968). Sans objectifs partagés, point de coopération.

De manière générale, les recherches portant sur les coopérations interentreprises supposent les objets de coopération relativement connus et partagés par les acteurs ; c'est le cas, par exemple, pour (Dameron, 2000) qui étudie notamment les relations de coopération d'une équipe-projet ayant pour objectif la conception d'une nouvelle génération de moteur essence avec injection directe.

Le fait que les partenariats d'exploration s'élaborent sans aucune certitude sur l'objet de la coopération nous amène à élargir le périmètre du processus de coopération en considérant la phase de définition des objectifs d'une coopération comme partie intégrante de l'acte coopératif. Alors que (Segrestin, 2006) insiste sur cette propriété déterminante pour les partenariats d'exploration et montre les difficultés suscitées en matière de gestion (« plus l'objet de la coopération est en amont, plus le contexte est incertain et plus les compétences gestionnaires et les capacités de pilotage des relations traditionnelles sont mises en défaut. » Ibid., p14), l'auteur ne propose cependant pas d'étudier dans les détails le processus de définition de l'objet de coopération. **C'est le but de notre recherche : cette thèse a pour objet principal d'étudier les mécanismes de génération de l'objet de coopération, c'est-à-dire « les moteurs » qui vont engendrer la production d'objets partagés par un collectif.**

Pour cela, la littérature sur les coopérations en situation d'innovation nous permet déjà d'esquisser plusieurs dimensions qu'il nous est nécessaire de prendre en compte dans notre étude. Pour comprendre la génération des objets de coopération, il nous faut intégrer la dimension interactive de la coopération. En effet, la coopération vise fondamentalement à réaliser un bénéfice mutuel (Dameron, 2000) ; il s'agit de construire des projets qui intéressent les différentes parties (Akrich, Callon, et al., 1988). L'étude approfondie des relations entre les partenaires, notamment durant les phases de négociation, nous permettra de mieux comprendre dans quelles conditions les objets de coopération émergent. Nous verrons notamment que les membres d'un partenariat de coopération explorent perpétuellement les éventuelles opportunités de coopération possibles et découvrent chemin-faisant leurs intentions mutuelles. Par ailleurs, de nombreux auteurs insistent sur le caractère processuel de la coopération. L'étude statique des facteurs d'émergence des objets de coopération ne suffit pas : nous devons examiner leurs évolutions au cours de la coopération. Plus particulièrement, nous devons préciser l'influence des apprentissages des acteurs sur l'objet de leur coopération (Doz, 1996).

A MINATEC IDEAs Laboratory, la question de la génération de l'objet de coopération se pose avec insistance : sur quels objets est-ce que ces partenaires aux compétences et intérêts variés peuvent-ils s'accorder ? Comment les intérêts vont-ils se cristalliser ? Comment les partenaires vont-ils ajuster leurs intérêts respectifs ? Peut-on aider les membres de l'organisation à trouver des terrains d'entente ? Comment organiser la co-exploration de technologies aussi vastes que les micro-nanotechnologies ?

L'hétérogénéité des acteurs et le contexte hautement technologique de MINATEC IDEAs Laboratory apparaît comme une chance pour les partenaires de s'enrichir mutuellement et de proposer des offres de produits radicalement nouvelles. (Weil et Durieux, 2000) insistent particulièrement sur le fait que les combinaisons astucieuses de ressources hétérogènes sont un des facteurs clés de l'innovation. Aujourd'hui, nous pouvons voir effectivement que l'association de partenaires hétérogènes permet de créer des produits radicalement nouveaux au business model souvent original : c'est le cas, par exemple, pour le système de vélos en libre-service (Vélib' pour la version parisienne) qui associe les Mairies et le publicitaire JCDECAUX ou encore le mobile BIC®Phone proposé par BIC et ORANGE.

Inversement, le contexte de MINATEC IDEAs Laboratory pointe aussi le risque que les membres ne trouvent aucun accord de coopération, que les partenaires ne se comprennent pas ou encore que chaque partenaire s'isole sur ses propres projets. Etant donné que l'objet de la coopération est inconnu avant la coopération, les relations entre partenaires ne sont pas prédéterminées et les typologies classiques volent en éclats ! Retrouvera-t-on des partenaires avec un rôle de fournisseur et d'autres avec un rôle de client ? Comment les partenaires vont-ils pouvoir diviser le travail sans savoir précisément ce sur quoi ils travaillent ?

Mais alors, comment faire ? Comment comprendre théoriquement la génération de l'objet de la coopération et répondre aux besoins pratiques des membres de MINATEC IDEAs Laboratory de contrôler leur coopération au fur et à mesure des projets ? Pour cela, nous avons fait largement appel à la littérature sur les théories de conception (Braha et Reich, 2003, Hatchuel, 2001, Pahl et Beitz, 2007, Simon, 2004, Suh, 1990, Yoshikawa, 1981)⁶.

De notre point de vue, **les partenaires doivent littéralement concevoir l'objet de leur coopération**. En quelque sorte, les partenaires se retrouvent dans une situation identique à une situation de conception d'un *artefact* innovant : autant les concepteurs doivent concevoir un objet

⁶ L'ouvrage original de Pahl et Beitz intitulé *Konstruktionslehre* date de 1977 ; l'ouvrage *The Sciences of the Artificial* de Simon est paru, quant à lui, en 1969.

innovant à partir d'un *brief* incomplet, autant les partenaires d'un partenariat d'exploration doivent concevoir ensemble des projets innovants à partir d'objectifs de coopération incomplets.

Plus précisément, nous argumenterons dans cette thèse le choix porté sur une théorie de conception récente : la théorie C-K (Hatchuel et Weil, 1999, Hatchuel et Weil, 2002a, Hatchuel et Weil, 2002b, Hatchuel et Weil, 2003). En opérant une distinction entre deux espaces, l'espace des concepts et l'espace des connaissances (knowledge), et en montrant la coévolution de ces deux espaces, les auteurs modélisent rigoureusement une situation de conception. En proposant un langage formel, les auteurs rendent possible la modélisation des raisonnements de conception, c'est-à-dire la manière dont les concepteurs raisonnent durant leur conception, et parviennent ainsi à distinguer les raisonnements les plus innovants. Nous proposons, dans cette recherche, d'étendre cette théorie à la dimension collaborative de l'innovation pour comprendre comment plusieurs partenaires raisonnent durant leur coopération.

Nous parvenons ainsi à formuler la thèse que nous nous attacherons à défendre dans cette recherche :

Nous soutenons la thèse d'une théorie des co-raisonnements de conception pour comprendre et instrumenter la génération des objets de coopération interentreprises.

Expliquons maintenant l'organisation de ce document.

La première partie de ce document justifie notre recours à la théorie C-K pour modéliser la génération de l'objet de la coopération dans les partenariats d'exploration.

Tout d'abord, nous insistons sur le fait que la littérature sur le management de l'innovation s'est structurée autour de deux dimensions fondamentales qui sont la production de savoir scientifique et la créativité. En effet, les modèles théoriques existants rendant compte du processus d'innovation et les dispositifs managériaux préconisés sont généralement basés sur ces deux dimensions. Nous montrerons les limites de ces deux dimensions pour expliquer théoriquement l'innovation, nous affirmerons l'utilité d'unifier ces deux perspectives. Ainsi, nous introduirons la théorie C-K et montrerons que cette récente théorie permet d'offrir un cadre théorique général pour modéliser les raisonnements de conception. En confrontant la théorie de conception C-K avec d'autres théories issues des Sciences de conception, nous verrons que la théorie de conception C-K se distingue sur deux principaux points. Tout d'abord, cette théorie offre la possibilité d'interpréter l'activité de conception au sens le plus fort : la théorie permet de

comprendre l'innovation quelle que soit la nature de l'objet en conception. Le second point d'importance est la capacité d'intégrer en son sein, un aspect qui restait alors souvent exogène à la conception et peu modélisable : la créativité, la capacité des concepteurs à inventer et générer de l'inconnu durant la conception.

Pour finir cette partie, nous nous recentrerons sur les coopérations interentreprises en conception. Nous montrerons que la théorie C-K permet d'éclairer différentes formes de coopérations R&D possibles. Nous nous pencherons plus précisément sur le type de coopération qui nous intéresse particulièrement : les partenariats d'exploration. Nous proposerons d'utiliser la théorie C-K pour comprendre les dynamiques de coopération entre plusieurs entreprises et notamment pour modéliser la manière dont les objets de coopérations peuvent être constitués.

La seconde partie présente notre étude de cas, MINATEC IDEAs Laboratory, ainsi que le modèle théorique que nous proposons pour expliquer la génération des objets de coopération.

Nous présenterons ce partenariat en insistant sur l'hétérogénéité des partenaires : entreprise spécialisée en télécommunication, constructeur automobile, entreprise de sport et loisir, fournisseur d'énergie, entreprise spécialisée en verre ophtalmique... Nous détaillerons les principales composantes de son fonctionnement : le système de gouvernance, les types de projets, les compétences mobilisées par les partenaires ou encore ses différences avec d'autres organisations collaboratives.

Après avoir décrit notre terrain d'expérimentation, nous proposerons le Modèle Matching/Building. Basé sur une extension de la théorie C-K, nous verrons que les objets de la coopération peuvent-être modélisés par des cycles itératifs de *Matching* et de *Building*. Nous proposerons différentes notions théoriques pour parvenir à intégrer l'aspect collaboratif de l'innovation dans la théorie C-K.

La troisième partie présente une visée plus opératoire de notre recherche. Nous présenterons les résultats d'expérimentations de deux instrumentations permettant de rendre un partenariat d'exploration plus performant. Directement basé sur les principes de notre Modèle Matching/Building, nous présenterons OPERA, un outil de cartographie qui permet de piloter des champs d'innovation en coopération. Alors que plusieurs auteurs soulignent la difficulté de planifier l'innovation et la nécessité de « piloter à vue » (Weil et Durieux, 2000):48, au final, très peu de dispositifs méthodologiques sont proposés pour permettre aux praticiens de voir ! Durant plus d'une année, les membres opérationnels et stratégiques de MINATEC IDEAs Laboratory ont pu utiliser OPERA pour se représenter l'évolution de leurs objets de coopération au fur et à

mesure de leur exploration. Ce dispositif méthodologique a notamment aidé les partenaires à visualiser les concepts qu'ils avaient explorés, ceux qu'ils n'avaient pas explorés ainsi que les connaissances mobilisées durant les projets. Les différentes étapes de l'implémentation d'OPERA seront formalisées. Enfin, nous proposerons un protocole de recherche basé sur une méthode existante d'EDF R&D, la méthode D₄ (Piat, 2005), pour mener collectivement une exploration à partir de technologies émergentes. Nous présenterons les résultats d'une expérimentation menée avec les partenaires de MINATEC IDEAs Laboratory sur 4 micro-nanotechnologies. Nous proposerons pour terminer une interprétation plus théorique du processus d'exploration technologique. Au regard de notre expérimentation, nous montrerons comment notre protocole de recherche a permis de reconsidérer l'identité d'une technologie et de revisiter son *identité d'emprunt*.

Nous concluons ce travail par ses apports théoriques, ses apports managériaux en matière de co-exporation technologique et nous mettrons en exergue des voies de recherche possibles.

La Figure 2 ci-dessous décrit l'articulation des différents chapitres de cette thèse.

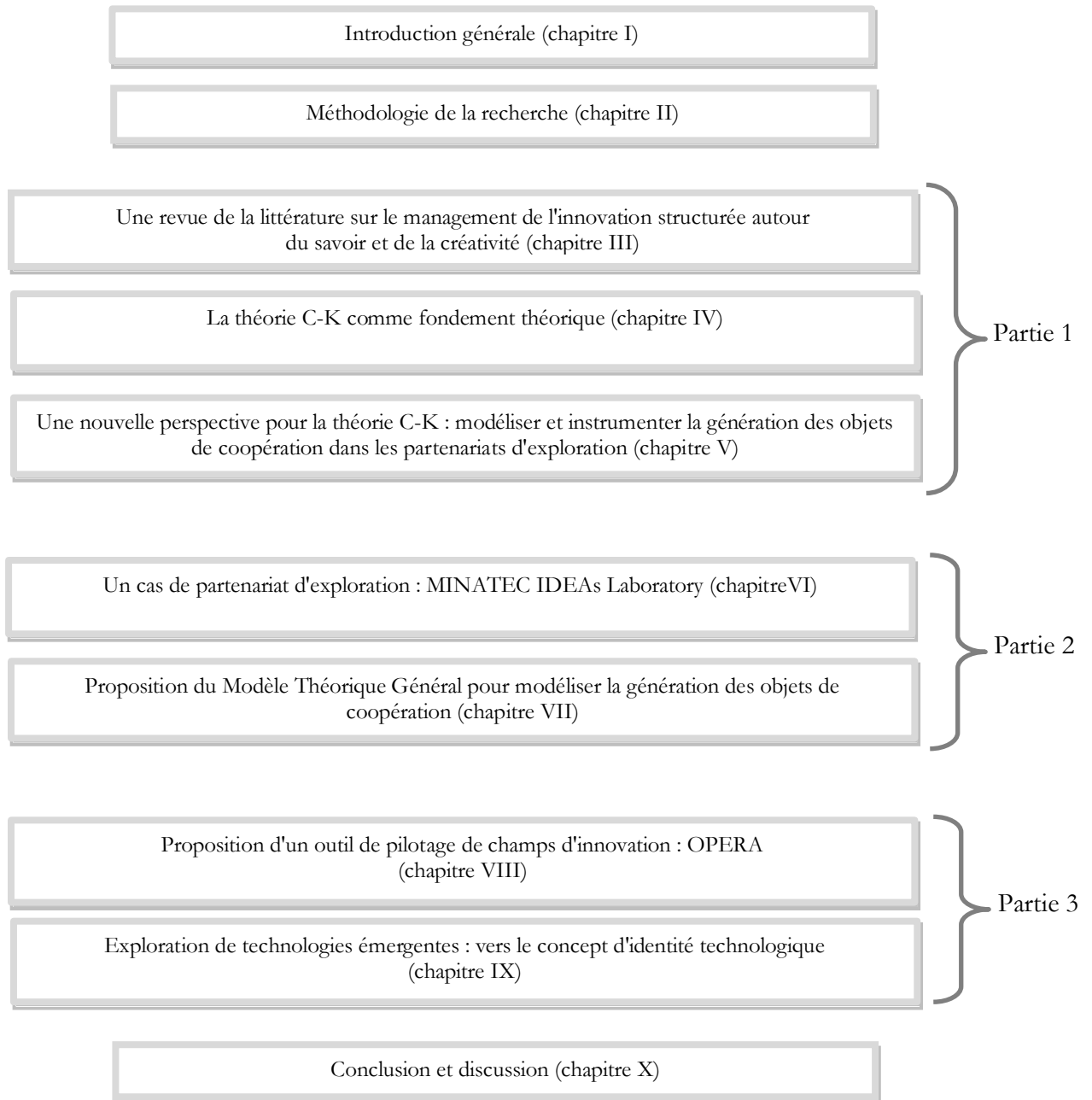


Figure 2. Organisation du document par chapitre

CHAPITRE II. UNE THESE « ENRACINEE » : POSTURE EPISTEMOLOGIQUE ET METHODOLOGIE DE RECHERCHE

INTRODUCTION ET ORGANISATION DU CHAPITRE II

Ce chapitre est décomposé en deux sections.

Tout d'abord, nous commencerons par énoncer la problématique de recherche et les trois questions de recherche auxquelles nous souhaitons répondre dans cette thèse. Nous présenterons notre posture épistémologique et justifierons notre choix de recourir à la méthodologie de recherche-intervention et à l'étude de cas unique.

Ensuite, nous détaillerons notre démarche générale de recherche, nous décrirons les différentes étapes que nous avons réalisées durant cette thèse et présenterons les différents niveaux théoriques que nous avons parcourus durant notre cheminement. Nous présenterons la nature des données récoltées, les techniques de récolte et la manière dont nous les avons analysées. Nous finirons en décrivant les différentes interactions que nous avons pu avoir tout au long de cette thèse pour assurer la validité de notre recherche.

« Quand on veut étudier les migrations des oiseaux, on peut les étudier de loin avec un radar ; quand on veut savoir comment ils vivent, il faut aller en observer quelques-uns de près. »

Müntzer, cité par (Giroux, 2003):43

CHAPITRE II. UNE THESE « ENRACINEE » : POSTURE EPISTEMOLOGIQUE ET METHODOLOGIE DE RECHERCHE

1. Posture épistémologique et approche méthodologique
 - 1.1. Problématique de recherche : la génération des objets de coopération en situation d'exploration
 - 1.2. Fondement épistémologique de notre recherche : une posture constructiviste
 - 1.3. Une recherche intervention basée sur une étude de cas
2. Déroulement de la méthode de recherche
 - 2.1. Les étapes de la démarche générale de la recherche
 - 2.2. La collecte des données empiriques
 - 2.3. Le traitement des données empiriques et le contrôle de la validité des résultats

CONCLUSION ET RESUME DU CHAPITRE II

1. Posture épistémologique et approche méthodologique

1.1. Problématique de recherche : la génération des objets de coopération en situation d'exploration

Notre problématique de recherche est initiée par le contexte même de notre recherche : quels projets d'innovation peuvent bien partager un fabricant de skis, un opérateur téléphonique, un producteur d'énergie, un constructeur automobile ou encore un fabricant de lunettes ? Comment des partenaires de secteurs de marchés aussi contrastés parviennent-ils à générer ensemble des projets de conception innovante ? Un début de réponse peut être donné par la localisation géographique du partenariat : MINATEC IDEAs Laboratory étant à proximité d'un centre sur les micro-nanotechnologies, les partenaires partagent un même intérêt pour ces technologies. A ce stade, nous savons uniquement que les objets de coopération ont de grande chance d'être technologiques mais rien de plus précis. En intégrant MINATEC IDEAs Laboratory, les différents partenaires se retrouvent dans cette situation : ils ne savent pas exactement ce qu'ils peuvent concevoir ensemble. Ces cas de coopération interentreprises sont en émergence et portent même un nom : ce sont des partenariats d'exploration (Segrestin, 2003). Ces partenariats visent justement à détecter des opportunités possibles de coopération, à explorer des concepts innovants en profitant de la diversité de chacun.

Définir un objet de coopération est une mission capitale pour coopérer, définir le *common purpose* est même selon (Barnard, 1968) une condition axiomatique de l'action collective. Cependant, selon nous, la littérature montre ses limites pour expliquer le phénomène de génération de projets collaboratifs dans les situations d'exploration. Si la littérature reconnaît que les objets de coopération sont plus ou moins implicites, plus ou moins tangibles selon les coopérations, peu d'études portent sur le processus de construction des objets de coopération. Comment un objet devient-il partagé ? Ne serait-ce qu'une affaire d'heureuses rencontres ou l'aboutissement d'une planification stratégique ?

D'un point de vue théorique, notre thèse porte donc sur la génération de ce type de coopération et plus précisément sur les objets de coopération entre des entreprises. Nous retiendrons la problématique suivante : **Comment des objets de coopération sont-ils générés dans un partenariat d'exploration ?**

Pour comprendre comment ces objets sont élaborés, nous aurons besoin de le décrire, de disposer d'un langage particulier permettant de modéliser son émergence et son évolution progressive. Pour cela, nous nous tournerons vers les théories de conception (Marples, 1960, Pahl

et Beitz, 2007, Simon, 2004, Suh, 1990, Yoshikawa, 1981) et plus spécialement vers la théorie de conception C-K (Hatchuel et Weil, 1999, Hatchuel et Weil, 2002a, Hatchuel et Weil, 2002b). Si cette théorie permet d'ores et déjà de comprendre comment un concepteur conçoit un objet, notre but est de savoir si elle peut nous être utile pour comprendre comment un objet est généré par plusieurs entreprises. Notre première question de recherche relève donc d'une préoccupation théorique que nous proposons d'exprimer de la manière suivante: **peut-on comprendre la génération des objets de coopération en mobilisant la théorie C-K ?**

Dans l'hypothèse où nous parvenons à identifier quelques clés de compréhension supplémentaires sur ce phénomène, nous nous demandons ensuite s'il est possible de façonner des dispositifs de gestion manipulables par des praticiens, des outils méthodologiques qui faciliteraient la génération des objets de coopération. Par rapport à notre contexte, nous proposons de traiter deux dimensions importantes : le pilotage des champs d'innovation du partenariat et l'exploration des micro-nanotechnologies. L'abondance, l'hétérogénéité des projets d'innovation menés ainsi que leur caractère exploratoire perturbent les repères des praticiens dans leurs actions et leurs relations partenariales. Un objectif visé est de diminuer le risque de perdre de vue l'objet de la coopération et d'affecter la cohésion des partenaires au cours de l'exploration. Notre seconde question de recherche peut se résumer de la manière suivante : **quels dispositifs de gestion serait-il possible de mettre en œuvre pour que des partenaires puissent piloter l'exploration des champs d'innovation tout en maîtrisant l'objet de leur coopération ?**

Concernant les micro-nanotechnologies, le problème est d'une nature différente. Si les partenaires partagent tous des intérêts communs sur les micro-nanotechnologies, ils n'ont pas les mêmes finalités économiques. Une possibilité serait qu'ils apprennent ensemble sur ces technologies en organisant de grands colloques scientifiques, pour le dire autrement, organiser une veille scientifique collective. Or, le but des partenaires est aussi de concevoir des prototypes, de produire des concepts innovants. D'une certaine manière, il s'agissait bien de s'interroger sur l'action collective dans le but de concevoir des offres innovantes. Nous nous positionnons ici plus au niveau des équipes-projets qui désirent proposer de nouvelles offres de produits/services basés sur des technologies émergentes. Notre troisième question de recherche est donc la suivante : **quels dispositifs de gestion proposer pour déterminer collectivement de nouvelles offres de produits/services basées sur des technologies émergentes telles que les micro-nanotechnologies ?**

problématique et questions de recherche
<p><u>Problématique de recherche :</u> Comment des objets de coopération sont-ils générés dans un partenariat d'exploration ?</p> <p><u>Question de recherche n°1 :</u> Peut-on comprendre la génération de l'objet de coopération en mobilisant la théorie C-K ?</p> <p><u>Question de recherche n°2 :</u> Quels dispositifs de gestion serait-il possible de mettre en œuvre pour que des partenaires puissent piloter l'exploration des champs d'innovation tout en maîtrisant l'objet de leur coopération ?</p> <p><u>Question de recherche n°3 :</u> Quels dispositifs de gestion proposer pour déterminer collectivement de nouvelles offres de produits/services basées sur des technologies émergentes telles que les micro-nanotechnologies ?</p>

Tableau 1. Problématique et questions de recherche

1.2. Fondement épistémologique de notre recherche : une posture constructiviste

Cette interaction forte avec notre terrain nécessite de revenir brièvement sur le positionnement épistémologique de notre recherche et de s'interroger sur la nature des connaissances scientifiques produites. Il est d'usage de reconnaître trois grands positionnements paradigmatiques (cf. Tableau 2, p26) :

- le positivisme, pour qui l'objet de la connaissance est indépendant de l'observateur. Dans cette approche, la réalité est acontextuelle et objective : elle existe indépendamment du chercheur, elle est « totalement indépendante de la prétention de quiconque à la connaissance [...]. La connaissance au sens objectif est une connaissance sans connaisseur ; c'est une connaissance sans sujet connaissant » (Popper, 1991):185. Le chercheur a ici la tâche de « découvrir des lois qui s'imposent aux acteurs » (Perret et Séville, 2003):21, « de découvrir le plan de câblage » (Le Moigne, 1990). 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.
- la tradition interprétative postule au contraire qu'il est impossible d'avoir une connaissance objective de la réalité. Les connaissances produites par ces recherches sont des perceptions historiques et situées de la réalité. « Tout individu (ordinaire ou savant) est donc sujet interprétant et ses interprétations lui sont spécifiques car intimement liées à son expérience personnelle du monde. Pour le chercheur, connaître revient à tenter de comprendre le sens ordinaire que les acteurs attribuent à la réalité, inconnaissable dans son essence » (Giordano, 2003):20. 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.

- enfin, l'approche constructivisme. Elle s'oppose radicalement à la posture positiviste classique et partage avec la posture interprétative l'idée que les connaissances produites au cours d'une recherche sont subjectives et contextuelles. Pour (Bachelard, 1938):14 cité par (Le Moigne, 1999):23 : « Rien n'est donné. Tout est construit. ». Cependant, le constructivisme s'éloigne de la posture interprétative vis-à-vis des objectifs de la recherche. Plutôt que de comprendre un phénomène en étudiant les représentations des gens, 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):23.

D'un point de l'épistémologie, cette thèse s'insère dans le troisième courant : l'objet de notre recherche, la génération des objets de la coopération interentreprises, est investigué en agissant avec les acteurs du terrain, il s'agit de comprendre la coopération en action.

	Positivisme	Courant interprétatif	Constructivisme
principe ontologique (nature de la réalité)	La réalité est une donnée objective indépendante des sujets qui l'observent	La réalité est perçue/interprétée par des sujets connaissant	La réalité est une : <ul style="list-style-type: none"> • construction de sujets connaissant le monde ; • co-construction de sujets en interaction
relation chercheur/objet de la recherche	interdépendance : le chercheur n'agit pas sur la réalité observée	empathie : le chercheur interprète ce que les acteurs disent ou font qui, eux-mêmes, interprètent l'objet de la recherche	interaction : le chercheur co-construit des interprétations et/ou des projets avec les acteurs
projet de connaissance	Décrire, Expliquer, Confirmer	Comprendre	Construire
processus de construction des connaissances.	Fondé sur la découverte de régularités et de causalités	Fondé sur la compréhension empathique des représentations d'acteurs	Fondé sur la conception d'un phénomène/projet
validité de la connaissance	Cohérence avec les faits	Cohérence avec l'expérience du sujet	Utilité/convenance par rapport à un projet

Tableau 2. Résumé des trois paradigmes de recherche et positionnement de la thèse adapté de (Perret et Séville, 2003):15 et (Giordano, 2003):25

1.3. Une recherche intervention basée sur une étude de cas

1.3.1. Recherche-intervention et statut du chercheur

A l'intérieur même de ce courant constructiviste, une pluralité d'approches méthodologiques existent (action science (Argyris, Putnam, et al., 1985), recherche-action (Lewin, 1946), étude clinique (Schein, 1987) ...); pour notre cas, notre recherche est ancrée dans une démarche de recherche-intervention (David, 2000, Hatchuel, 1994, Hatchuel et Molet, 1986, Moisdon, 1984) à partir d'un partenariat d'exploration, MINATEC IDEAs Laboratory. Nos travaux de recherche s'inscrivent dans une démarche de recherche collaborative qui a impliqué à la fois des chercheurs académiques et des praticiens d'horizons variés (Adler, Shani, et al., 2003). 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 compréhension nouveau aux problématiques relevant des situations de coopération en innovation et utiles aux praticiens pour atteindre leurs objectifs opérationnels. Pour cela, les acteurs de cette recherche sont engagés dans l'action; cet engagement est nécessaire selon (Coughlan et Coughlan, 2002) pour produire une "research in action, rather than about action" (p.222).

Afin de concilier utilité pratique et 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):94, elle va nous permettre de décrire une situation réelle en intégrant différentes connaissances théoriques sur l'innovation et les théories de conception.

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 œuvre, une instrumentation du modèle par le biais de deux outils de gestion (Moisdon, 1997): OPERA (cf. Chapitre VIII) et la méthode D₄ (cf. Chapitre IX). Le Modèle Matching/Building proposé va donc être simultanément conçu, implémenté et évalué; nous nous rapprocherons dans ce sens de la figure de « l'ingénieur-chercheur » proposé par (Chanal, Lesca, et al., 1997).

1.3.2. Une recherche basée sur une étude de cas unique

1.3.2.1. Choix de la méthode des cas

Afin de comprendre comment la coopération interentreprises en innovation est générée, comment des objets de coopérations deviennent partagés par des partenaires, notre intervention est réalisée à partir de la méthode des cas (Eisenhardt, 1989, Yin, 1990). (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.

Premièrement, étudier les objets d'une coopération nécessite de connaître en détail le contexte de leurs élaborations. Selon (Yin, 1990):93, la méthode des cas permet d'étudier « un phénomène contemporain dans un contexte réel, lorsque les frontières entre le phénomène et le contexte n'apparaissent pas clairement » (traduit à partir de l'anglais). La méthode des cas permet d'étudier un grand nombre de variables en interaction (relations entre les partenaires, prises de décision...) sur lesquelles le chercheur n'a pas de véritable contrôle. Nous ne pouvions évidemment pas « planifier » les relations entre les partenaires, nous ne savions pas à partir de quand des points de convergences allaient-être trouvés, il s'agissait plutôt de saisir les opportunités que nous offrait notre terrain d'expérimentation. 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 coopératif, 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):44.

Deuxièmement, la méthode des cas nous est apparue comme étant la plus légitime pour élaborer des propositions théoriques. La méthode des cas permet de dégager certaines régularités et de construire progressivement des éléments théoriques. A ce niveau, notre recherche a permis de « mettre à l'épreuve » la théorie C-K et de dégager des pistes de généralisations théoriques (Giroux, 2003):43.

Enfin, l'étude de cas se prête bien aux études portant sur les processus de changement. Comme le souligne (Yin, 1990), l'étude de cas est particulièrement adaptée aux questions de recherche qui

commencent par « Comment ? » car elle permet de saisir un phénomène dans sa durée. Dans notre recherche, l'objectif est bien d'étudier le processus de formation des objets de la coopération de manière longitudinale, de comprendre comment celui-ci évolue au fur et à mesure du temps.

1.3.2.2. Pertinence du cas MINATEC IDEAs Laboratory

Pour comprendre comment se génère les objets d'une coopération interentreprises, notre recherche porte sur le cas d'un seul partenariat : celui de MINATEC IDEAs Laboratory. Plusieurs raisons ont motivé notre choix de recourir à l'étude du seul cas MINATEC IDEAs Laboratory. La forte diversité des partenaires présents, le caractère exploratoire des projets menés ainsi que l'investissement continu des partenaires dans la structure tout au long du processus d'innovation confèrent à MINATEC IDEAs Laboratory des particularités intrigantes⁷. La réalisation d'une étude de cas sur MINATEC IDEAs Laboratory était une occasion d'approcher un objet empirique qui reste peu accessible à la communauté scientifique et souvent de courte durée. La convention CIFRE et notre détachement permanent au MINATEC IDEAs Laboratory durant cette thèse, nous a permis d'investir en profondeur la complexité inhérente au processus de co-exploration comme le recommande (Smith, Carroll, et al., 1995) en introduction du numéro spécial de l'Academy of Management Journal : "Clearly, more longitudinal case studies that are capable of capturing the complexities and dynamics of cooperation are needed" (cité par (Dameron, 2000):156).

De plus, le fait que les partenaires soient véritablement transectoriels ne permet pas de définir intuitivement l'objet de leur coopération. Spontanément, la question de savoir ce sur quoi vont pouvoir collaborer les acteurs se pose légitimement. Dans notre cas, les partenaires doivent s'investir fortement dans la définition des objectifs partagés. Cette implication forte de la part des partenaires était l'occasion pour nous d'avoir différentes opportunités de comprendre la génération des objets de coopération.

Maintenant que nous avons présenté l'approche générale de notre recherche, nous proposons de donner plus de détails sur la conception de notre cas d'étude et notamment d'expliquer comment nous avons pu relier les données empiriques aux différentes questions de recherches explicitées précédemment.

⁷ Nous reviendrons plus en détails sur les particularités de notre cas d'étude dans le chapitre VI.

2. Déroulement de la méthode de recherche

2.1. Les étapes de la démarche générale de la recherche

Comme nous l'avons déjà précisé, notre recherche a consisté à effectuer des allers-retours entre notre terrain d'expérimentation et nos 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).

Nous pouvons distinguer quatre étapes majeures dans notre recherche. Ces étapes n'ont pas été menées de manière strictement linéaire mais plutôt en parallèle (cf. Figure 3 et Figure 4 de la p32). Notre démarche de thèse a débuté par une confrontation progressive entre les faits observés sur le terrain et la littérature sur la coopération en innovation. Il s'agissait notamment de se repérer par rapport aux nombreuses typologies proposées dans la littérature (Calvi, Le Dain, et al., 2002, Midler, 2000, Segrestin, 2003) et de formuler notre problématique de recherche. Cette première étape a donc été en grande partie dédiée à un processus de récolte de données sur les mécanismes de formation des objets de coopération et sur une revue de la littérature. C'est aussi durant cette période que nous avons réalisé une étude approfondie de la littérature en sciences de conception et avons conforté notre choix de mobiliser la théorie C-K pour analyser l'objet de coopération en construction.

Dans une seconde étape, nous avons ensuite traité les données observées en utilisant le pouvoir d'abstraction de la théorie C-K. Nous avons esquissé quelques concepts théoriques intermédiaires (David, 2000) qui semblaient expliquer certaines observations : il s'agissait par exemple des mécanismes de *Matching* et de *Building* que nous découvrirons au chapitre VII de cette thèse.

Dans une troisième étape, nous avons commencé à instrumenter nos modèles en proposant deux outils de gestion. Pour que ces instruments aient du sens et qu'ils soient utilisés par les acteurs, nous avons décidé de nous focaliser sur deux problèmes majeurs : la difficulté de garder visible l'enjeu de la coopération au fur et à mesure de l'exploration et les questions de l'exploration collective des micro-nanotechnologies. En 2008, notre recherche a donc débouché sur les différentes expérimentations qui seront présentées aux chapitres VIII et IX.

Enfin, dans une dernière étape, les résultats de nos expérimentations ont permis d'affiner et de proposer le Modèle Matching/Building de la génération des objets de coopération interentreprises.

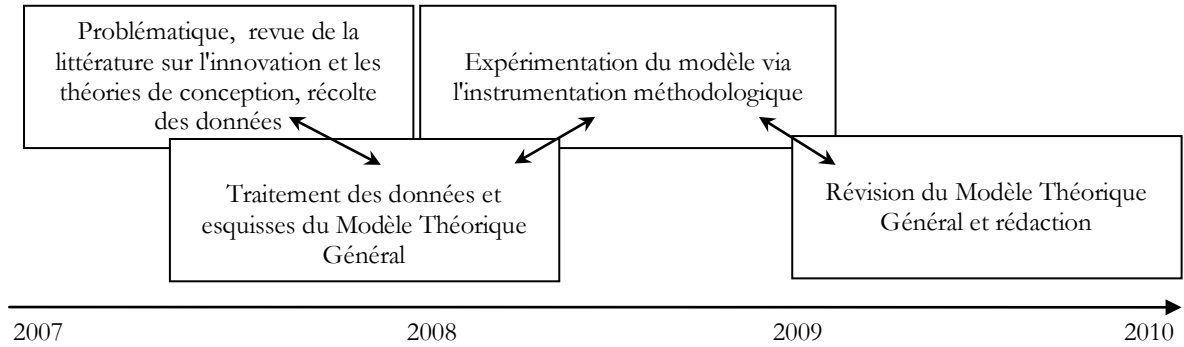


Figure 3. Les différentes étapes de notre méthodologie de recherche

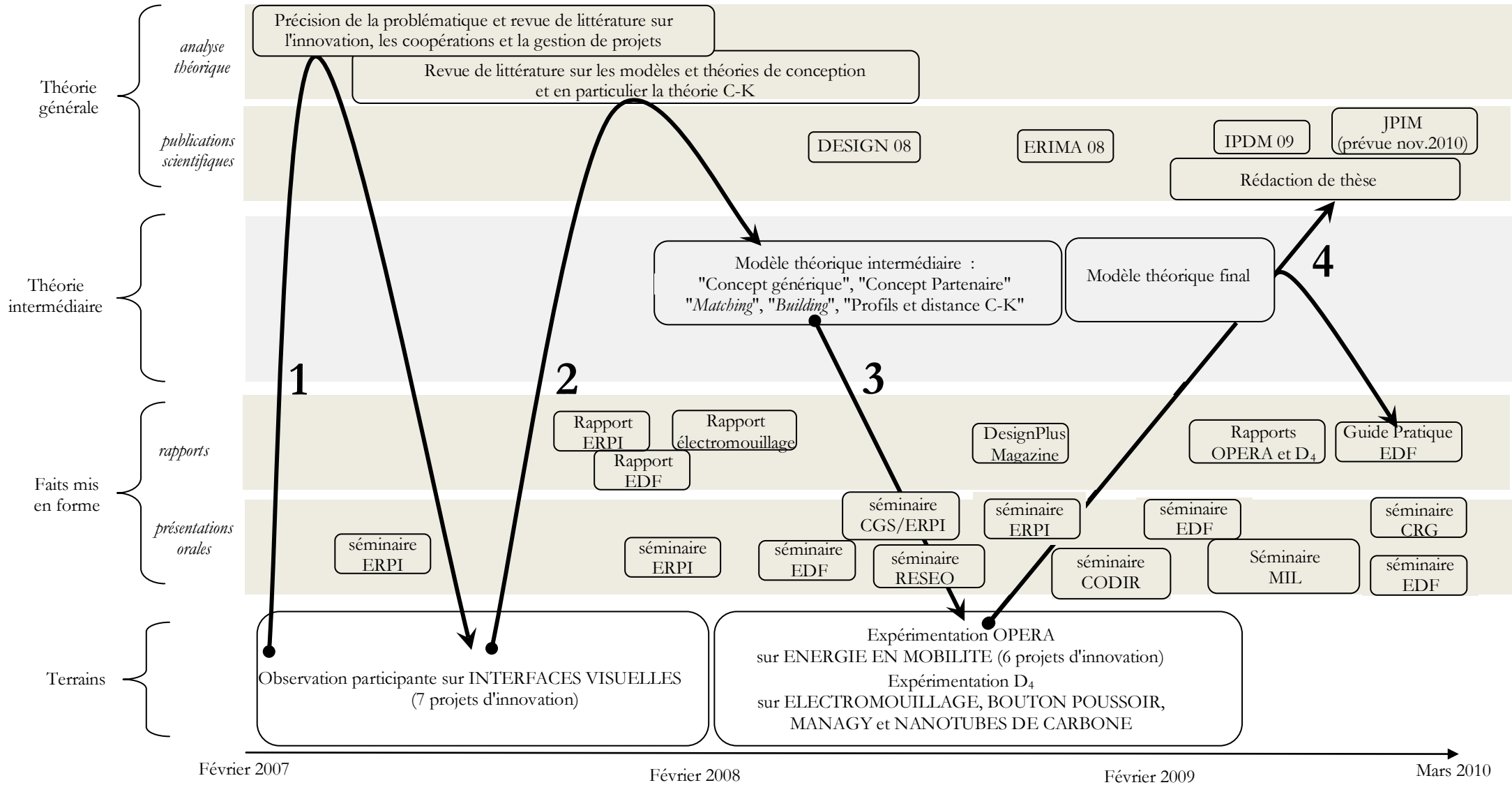


Figure 4. Les différents niveaux théoriques parcourus durant notre recherche

2.2. La collecte des données empiriques

2.2.1. Elaboration d'une grille d'observation

La finalité de notre recherche étant de mieux comprendre comment fonctionne un partenariat d'exploration, nous avons recueilli différentes données à partir d'une grille d'observation (cf. Tableau 3) afin de parvenir à conceptualiser le phénomène de génération des objets de la coopération. 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, quelles étaient les variables déterminantes du phénomène. Toutefois, nous nous devions quand-même de focaliser notre champ d'observation sur les situations à partir desquelles le phénomène de génération des objets de la coopération était le plus susceptible de se produire et de collecter aussi bien des informations sur le contenu de la coopération que sur son processus. Nous avons alors défini deux niveaux principaux de collecte pour saisir la manière dont l'action collective se forme et se transforme : les données centrées sur les partenaires et les données centrées plus spécifiquement sur les projets. Au niveau des partenaires, nous souhaitions observer les différents échanges que ceux-ci pouvaient entretenir en vue de déceler des centres d'intérêts communs, nous souhaitions comprendre les stratégies propres à chaque partenaires, les motivations qu'ils avaient à coopérer, les ressources et compétences qu'ils souhaitaient faire partager. A un niveau plus micro, celui des projets, nous souhaitions saisir les objectifs des projets, savoir ce sur quoi les partenaires travaillaient exactement, connaître comment les rôles des partenaires pouvaient évoluer au cours du processus de conception. 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 la coopération au niveau des entreprises. Pour autant, ce niveau d'analyse n'interdisait pas de récolter des informations à partir des 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.

Données centrées projets	Données centrées partenaires
- Qui a proposé le projet Y ?	- Que souhaite faire le partenaire X dans le partenariat ?
- Quelle est la nature du projet Y ? Quels sont ses objectifs ?	- Quelles sont les compétences du partenaire X ?
- Quels partenaires contribuent au projet Y ?	- Comment les partenaires justifient-ils leur décision de lancer le projet Y ?
- Quelles sont les compétences requises sur le projet Y ?	- Comment les partenaires font-ils pour mettre en adéquation les résultats du partenariat et leur propre activité interne ?
- Comment le projet Y mobilise-t-il les partenaires, leurs relations évoluent-elles selon l'avancée du projet ?	- Existe-t-il des partenaires qui ont des « affinités » de coopération particulière ? Pourquoi ? Sur quel sujet ?
- ...	- ...

Tableau 3. Grille d'observation à partir des deux niveaux de récoltes

2.2.2. Les données récoltées et les modes de collecte

Une grande partie des données récoltées a été rendue possible par notre interaction directe sur le terrain. En tant que chercheur et membre opérationnel d'EDF R&D, nous avons participé activement aux différents projets du MINATEC IDEAs Laboratory et ainsi aussi avoir pu avoir un accès facilité 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 du MINATEC IDEAs Laboratory (cf. Tableau 4, p37). Ce mode de recueil « multiangulé » (Hlady Rispal, 2002):116 est aujourd'hui vivement conseillé dans les approches qualitatives car il permet d'augmenter la validité interne de la recherche. Ce paragraphe mentionne les différentes données reportées ainsi que les modalités de collecte.

2.2.2.1. Récolte des données issues du cadre d'observation-participante

Durant deux années, nous avons pu participer à l'émergence et l'exploration des deux champs d'innovation du partenariat : à savoir, INTERFACES VISUELLES en 2007-2008 et ENERGIE EN MOBILITE en 2008-2009. Pour le champ d'innovation INTERFACES VISUELLES, nous avons été chargés d'assister le responsable dans la gestion du champ d'innovation et de participer aux différentes missions. Ainsi, nous avons pu bénéficier d'une transparence forte sur les projets en cours et avons pu vivre *in situ* la formation et l'évolution des projets au cours de l'année. Durant le champ d'innovation INTERFACES VISUELLES, nous avons pu suivre l'avancée de sept projets de conception innovante qui ont abouti à des rapports d'innovation⁸, à des maquettes fonctionnelles et/ou des réalisations de séquences vidéo pour promouvoir l'originalité des concepts proposés. Pour le champ d'innovation ENERGIE EN MOBLITE, nous avons été en charge du pilotage de ce champ d'innovation et nous avons ainsi eu l'occasion d'expérimenter l'outil OPERA qui sera présenté au chapitre VIII de cette thèse. Nous verrons dans ce même chapitre que le champ d'innovation ENERGIE EN MOBILITE a généré six projets de conception innovante dans lesquels nous avons pu participer à des séances de créativité, des focus-group, des expérimentations technologiques... Chacun de ces champs d'innovation a impliqué l'ensemble des partenaires de MINATEC IDEAs Laboratory ; les projets étaient tous composés d'une équipe de 3 à 10 personnes. L'observation participante nous a permis de collecter en temps réel et de manière située les données. Nous avons pu observer les activités

⁸ Nous donnerons de plus amples détails sur les rapports d'innovation au chapitre VI de cette thèse.

effectives de coopération, les comportements et les motivations propres à chaque partenaire ainsi que les actions menées collectivement par les partenaires.

2.2.2.2. Récolte des données écrites

Un second type de données auquel nous avons eu accès sont les sources documentaires. Nous avons pu collecter des données écrites primaires et secondaires. Les données primaires sont dites de « première main », elles sont recueillies par le chercheur directement sur le terrain auprès des acteurs alors que les données secondaires sont des données traitées par des intermédiaires. La source de diffusion de documents écrits que nous avons largement sollicité est le système d'archivage intranet du partenariat. 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 l'organisation du partenariat et à sa stratégie (comptes rendus de comités de direction, réunion d'équipes, bilans annuels des activités du partenariat...).

Nous avons pu aussi obtenir des données spécifiques aux différents partenaires avec notamment un libre accès aux contrats de participation des partenaires du MINATEC IDEAs Laboratory dans lesquels ces derniers expriment les sujets généraux qu'ils souhaiteraient aborder dans le partenariat. Ces données sensibles et stratégiques ont permis de bien saisir les motivations et compétences de chaque partenaire au sein de la structure. De plus, le fait d'être employé par EDF R&D a permis de participer aux bilans internes annuels, de connaître son choix de positionnement au sein de MINATEC IDEAs Laboratory et ses intérêts vis-à-vis des différents projets en cours.

2.2.2.3. Récolte des données orales issues d'entrevues exploratoires

Enfin, une troisième source est issue d'entretiens réalisés avec les praticiens. Pour préparer ces entrevues, nous avons réalisé un questionnaire que nous avons soumis à dix membres opérationnels qui avaient été fortement impliqués dans les projets issus du champ d'innovation INTERFACES VISUELLES (cf. Annexe 1, p285); ces dix personnes avaient des profils et compétences différents (ingénieurs, ergonomes, chefs de projets SHS...) et provenaient de partenaires différents. Ce questionnaire était exploratoire. Basé principalement sur des questions ouvertes, il visait globalement à comprendre comment les acteurs avaient vécu leur coopération, savoir si certaines activités avaient suscité une forme de coopération particulière; le but était aussi de récolter des informations sur les différentes relations privilégiées que pouvaient entretenir certains partenaires et les répercussions que cela avaient sur le fonctionnement du partenariat.

Suite à cela, nous nous sommes entretenus avec huit d'entre-eux⁹. Ces entretiens ont duré une heure et demi environ. À l'issue de chaque entrevue, une fiche de synthèse a été rédigée et transmise aux interviewés.

Ce sont des entretiens semi-directifs centrés (Romelaer, 2005) où les acteurs ont rétrospectivement raconté la manière dont il avait participé à leurs projets et vécu la coopération avec les autres partenaires. Ces entretiens ont été systématiquement enregistrés et ont permis de recueillir des informations riches et contextuelles sur les mécanismes de génération des objets de la coopération. Nous laissons le répondant parler des projets auxquels ils avaient participé. Pour préparer l'entretien, nous avons au préalable retracé le planning des différentes activités qui avaient été réalisées dans le champ d'innovation INTERFACES VISUELLES. Le planning a été ensuite validé par les chefs de projets. Nous demandions aux répondants de nous raconter comment ils avaient vécu les différentes étapes des projets, ce qui avait été fait et quelle était leur contribution. Nous avons préparé deux relances principales : pour chacune des étapes, nous leur demandions de préciser quelles avaient été les répercussions sur les caractéristiques des objets qu'ils concevaient et nous les relançons sur les relations qu'entretenaient les différents partenaires dans le projet au fur et à mesure du processus de conception.

⁹ Deux d'entre-eux ont quitté le partenariat durant la période où le questionnaire a été fait et les interviews réalisés.

contexte général de notre collecte :			
INTERFACES VISUELLES (sept projets en 2007) et ENERGIE EN MOBILITE (six projets en 2008)			
techniques de collecte		nature des données récoltées	
observation-participante : - durant les projets menés - durant les réunions d'équipes hebdomadaires - durant les comités de direction du partenariat mensuels	analyse documentaire à partir : - documents relatifs aux projets (présentations des projets, tâches, budget, compte rendu d'études ...) - ordres du jour et comptes-rendus des comités de direction, - site web des partenaires, - contrats de participation des partenaires au MINATEC IDEAs Laboratory - bilans internes annuels EDF R&D - E-mails	entretiens : - 8 entretiens semi-directifs - 10 questionnaires exploratoires	données centrées sur les projets : - objectifs des projets et leurs évolutions temporelles - idées émises et retenues par les partenaires - technologies investiguées et interactions avec les experts du CEA - compositions des équipes-projets - interactions des partenaires durant les projets - ... données centrées sur les partenaires : - propositions de projet émises par les partenaires - relations et échanges entretenues durant la coopération - stratégies d'innovation propre à chaque partenaire et marchés ciblés par les partenaires - techniques utilisées pour soumettre des propositions de projets - intérêts stratégiques des partenaires à coopérer - évaluations des résultats du partenariat par les partenaires - motivations spécifiques d'EDF R&D - ...

Tableau 4. Synthèse des données recueillies selon les trois modes de collectes : observation-participante, analyse documentaire et interviews

2.3. Le traitement des données empiriques et le contrôle de la validité des résultats

2.3.1. Processus de théorisation à partir de *patterns* observés

Pour passer du stade de la récolte des données à l'élaboration du modèle théorique permettant de comprendre la génération des objets de coopération, 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 *pattern* ou une explication émergent suggérés à l'analyste par le site » (Ibid., p133). Au fur et à mesure de notre récolte de données, nous avons pu nous rendre compte de l'existence de certains *patterns* concernant le phénomène de génération d'objets de coopération. Nous entendons par *pattern* des événements récurrents ou des circonstances particulières qui nous ont permis de comprendre pourquoi et comment l'objet de la coopération émerge et comment celui-ci évolue au fur et à mesure de l'exploration. Ces *patterns* ont été enrichis et précisés au fur et à mesure de notre recherche. La confrontation de ces différents *patterns* nous a permis de les rassembler par similarité :

- certains *patterns* nous renseignent sur les circonstances qui ont amené à ce que des points de convergences entre les partenaires soient obtenus, ils nous fournissent des éléments de compréhension sur le déclenchement de la coopération.
- d'autres *patterns* font référence aux caractéristiques intrinsèques de l'objet de coopération, c'est-à-dire ses propriétés, ce sur quoi les partenaires coopèrent. Il s'agit ici d'étudier l'ensemble des propositions sur lesquelles les partenaires coopèrent. Par exemple, un *pattern* que nous avons observé est le fait que « les premiers objets de coopération sont généralement énoncés de manière très abstraits (ex. énergie en mobilité, territoire et habitat) ».
- un troisième type de *pattern* informe sur la dimension de la cohésion des partenaires, c'est-à-dire « ce qui lie les acteurs et ce qui fonde un collectif » (Segrestin, 2003):77. Au-delà des aspects purement contractuels, ces *patterns* renseignent sur la manière dont les partenaires perçoivent les objectifs du partenariat par rapport à leur propre intérêt. Ici, un exemple de *pattern* est que « le nombre de partenaires impliqués dans les projets diminue lorsque des scénarios d'usage sont établis ».
- Enfin, un quatrième type correspond à la notion de coordination, c'est-à-dire aux modalités qui vont permettre aux partenaires de contrôler les objectifs qu'ils se sont fixés.

Nous retiendrons ici « l'ensemble des dispositifs et des instrumentations mis en œuvre dans un collectif par rapport à certains critères d'efficacité » (Segrestin, 2003):77¹⁰ comme la division du travail et l'agencement des tâches de travail dans le but d'accomplir les objectifs fixés.

Ces différents patterns ont été collectés dans des cahiers d'observation et soumis à la critique des acteurs de notre recherche (cf. paragraphe suivant). De l'explicitation de ces patterns ont suivi presque de manière spontanée des essais de modèles théoriques basés sur la théorie C-K. La question que nous nous adressions était toujours la même : est-ce que notre modèle permet d'interpréter théoriquement ce nouveau pattern ? Si la réponse était négative nous cherchions alors à ajuster notre modèle en proposant de nouveaux « compléments théoriques ». Le modèle qui sera présenté au chapitre VII, nous paraît recouvrir les patterns observés.

2.3.2. Contrôler la validité des connaissances produites

Au fur et à mesure de l'avancement de cette thèse, nous avons mis en place des modalités visant à contrôler la validité de notre recherche en s'assurant notamment que les observations et les données récoltées étaient bien en adéquation avec le Modèle Matching/Building que nous proposons. En plus de récolter des données multiples (écrites, orales) avec des méthodes d'enquête différentes (observation, questionnaires, entrevues) nous avons aussi soumis notre recherche aux avis de différents acteurs.

Les différentes présentations de notre recherche qui ont été faites aux membres opérationnels et aux responsables stratégiques du MINATEC IDEAs Laboratory nous ont permis de nous assurer que le Modèle Matching/Building proposé faisait sens pour les praticiens et que les outils de gestion étaient utiles à leurs actions. Un point qui nous paraissait central était de récolter les avis des participants du partenariat sur les *patterns* mis en avant, de juger en quelque sorte du degré de confiance que nous pouvions avoir et de les faire évoluer.

Outre les fréquentes discussions avec le directeur industriel ainsi que le directeur et co-directeur de cette thèse, nous avons aussi eu de nombreuses opportunités de présenter nos travaux aux mondes académiques français (CRG, CGS, RESEO, UmanLab) et internationaux (revue et colloques scientifiques). Le fait que ces acteurs ne soient nullement impliqués sur notre terrain de recherche nous a permis de nous rendre compte si le Modèle Matching/Building proposé ainsi que ses instrumentations faisaient écho à des expériences antérieures qu'ils avaient pu avoir en matière de coopérations interentreprises. Ces contacts ont favorisé la généralisation de notre

¹⁰ Contrairement à (Segrestin, 2003), nous proposons de ne pas inclure la formulation de l'objet de la coopération dans la catégorie "coordination" mais de lui adresser une catégorie spécifique afin de pouvoir décrire plus finement cette activité.

recherche dans d'autres circonstances (on parle généralement de « validité externe » (Hlady Rispal, 2002):104). Nous avons pu tout particulièrement avoir des échanges semestriels avec l'équipe de Recherche du Centre de Gestion Scientifique de l'Ecole des Mines de Paris et ainsi de nous assurer de notre compréhension de la théorie C-K et du concept de partenariat d'exploration (Segrestin, 2003). Ces interactions nous ont notamment permis de débattre du choix du corpus théorique et d'enrichir les concepts théoriques retenus par des approches connexes (sociologie de l'innovation notamment). Ces différentes instances de contrôle sont synthétisées dans le Tableau 5 de la page suivante.

Introduction générale et méthodologie de la recherche

	Fréquence	Objectifs	Supports
interactions avec EDF R&D : directeur industriel et responsables hiérarchiques	journalière avec directeur industriel	-explicitation et validation des règles/ <i>pattern</i> -construction du Modèle Matching/Building -préparation et réalisation des expérimentations terrain -rédaction de publications	multiples présentations par vidéoconférence + outil collaboratif virtuel (tableau blanc) + rencontre mensuelle sur Paris ou Grenoble + rapports d'avancement + suivi de rédaction de thèse
	annuelle avec responsables EDF R&D	- avancement général de la thèse - appropriation des résultats en interne EDF R&D	1 présentation au département EDF-ICAME + 2 présentations aux responsables hiérarchiques EDF+ rapport d'avancement annuel + rédaction d'un guide pratique
interactions avec ERPI : directeur de thèse et co-directeur	mensuelle et sur demande	-avancement général de la thèse et prise de recul sur la recherche -construction de la problématique globale	présentations par vidéoconférence + rapports d'avancement + suivi rédaction de thèse
interactions avec MINATEC IDEAs Laboratory : membres opérationnels et responsables stratégiques	journalière avec les membres opérationnels	- construire une compréhension partagée des mécanismes fondamentaux de la génération de l'objet de coopération - explicitation et confrontation des points de vue sur les <i>patterns</i> observés -expérimenter collaborativement les outils méthodologiques	en contact permanent avec les membres opérationnels et le directeur du partenariat : observation-participante de fév.07 à fév.09 + entretiens exploratoires
	mensuelle avec les responsables du comité de direction (à partir de fév.08 jusqu'à fév.09)	-présentation des résultats d'OPERA au comité de direction du partenariat	6 présentations orales entre nov.07 et fév.09 + 1 rapport + validation des publications par les partenaires
		-présentation des résultats de la méthode D ₄	4 rapports sur le déroulement et les résultats des expérimentations
-présentation du Modèle Matching/Building et des connaissances issues de la thèse	2 séminaires avec partenaires et membres opérationnels du partenariat (déc. 09 et mai09)		
interactions avec communauté scientifique française et internationale extérieure	semestrielle	-enrichissement théorique et mise à l'épreuve des travaux de recherche	1 revue internationale rang A* ¹¹ :JPIM + 3 conférences scientifiques internationales + 1 magazine spécialisé en Design + 5 séminaires de recherche en France (2 au CGS, 1 avec le CRG, 1 avec UmanLab et 1 avec RESEO)

Tableau 5. Synthèse des instances de contrôle de la production de connaissances

¹¹ D'après l'Agence d'Evaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur (<http://www.acres-evaluation.fr/La-liste-des-revues-scientifiques>, consulté en décembre 09)

CONCLUSION ET RESUME DU CHAPITRE II

Dans ce chapitre, nous avons présenté les différents éléments qui formaient notre méthode de recherche. La question centrale qui nous guidera tout au long de notre recherche est de comprendre comment les objets de la coopération sont générés au sein d'un partenariat d'exploration. Le but est d'expliquer le processus qui va permettre à un collectif de partenaires interentreprises, provenant de secteurs de marché très différents, de s'accorder sur des sujets d'exploration.

Pour réaliser cette recherche, nous nous plaçons dans le cadre d'une recherche-intervention (Chanal, Lesca, et al., 1997, David, 2000, Hatchuel, 1994, Moisdon, 1984) à partir d'un cas unique de partenariat d'exploration : MINATEC IDEAs Laboratory.

Durant trois années, nous avons été au cœur de MINATEC IDEAs Laboratory et avons pu récolter des données empiriques aussi bien sur le processus de génération que sur les objets de la coopération eux-mêmes. Ces données ont été collectées à partir de trois techniques de collecte : les données issues de notre observation participante, les données issues d'analyse documentaire et de la réalisation d'entretiens. Pour chacune de ces données, nous avons essayé de comprendre les interactions des partenaires dans la formulation de leur coopération. Notre méthode de recherche est marquée par de multiples allers-retours entre des cadres théoriques et des données empiriques.

Pour comprendre comment les objets de la coopération est généré, nous solliciterons le courant de la littérature des sciences de conception et plus spécifiquement de la théorie C-K (Hatchuel, 2001, Hatchuel et Weil, 2002a, Hatchuel et Weil, 2002b). Les chapitres III et IV justifieront notamment l'emploi de ce cadre théorique. Nous verrons, dans le chapitre IV, que la théorie C-K permet déjà de comprendre comment un objet est conçu, la question de recherche que nous adressons ici est de savoir si la théorie C-K est un cadre théorique utile pour comprendre comment un objet est conçu par plusieurs entreprises, le Modèle Matching/Building sera proposé. Après avoir proposé ce modèle explicatif permettant de mieux comprendre la génération des objets de coopération, nous aurons comme objectif d'instrumenter le Modèle Matching/Building en proposant des dispositifs de gestions utiles aux praticiens. Nous proposerons deux outils méthodologiques. Le premier se situera à un niveau stratégique et visera à proposer des instruments pour que les partenaires puissent piloter leurs projets d'exploration tout en maîtrisant l'objet de leur coopération (cf. Chapitre VIII). Le second s'adressera plus

particulièrement aux équipes-projets du partenariat et aura pour objectif de leur proposer des moyens d'explorer collectivement le vaste champ des micro-nanotechnologies (cf. Chapitre IX).

PARTIE 1.

DECRYPTER ET INSTRUMENTER
LES PARTENARIATS D'EXPLORATION
PAR LES THEORIES DE CONCEPTION

OBJECTIFS ET ORGANISATION DE LA PARTIE 1

L'objectif de cette partie est de justifier notre recours à la théorie C-K pour modéliser et instrumenter le processus de co-exploration à l'œuvre dans les partenariats d'exploration.

Dans le chapitre III, nous décrivons tout d'abord deux paradigmes majeurs de l'innovation : l'innovation serait, pour certains, le fruit d'une production de connaissances scientifiques (1), pour d'autres le résultat d'un cheminement créatif (2). Malgré leur pertinence, nous montrerons leurs limites pour éluder certaines questions pratiques et théoriques sur l'innovation : un cadre théorique solide est, selon nous, nécessaire pour comprendre les différentes facettes de l'innovation.

Dans le chapitre IV, nous présenterons de manière synthétique un courant de recherche particulier, celui des sciences de conception. Ce courant vise à proposer des formalismes théoriques pour modéliser les mécanismes de l'innovation. Nous présenterons donc cette littérature et notamment un objet de recherche particulier, celui des raisonnements de conception. Nous décrivons en particulier la théorie C-K; celle-ci se révélera être le support d'analyse et d'action de cette thèse. Nous verrons notamment que chacun des paradigmes du chapitre III peuvent être interprétés par les théories de conception.

Après avoir démontré qu'il était possible de modéliser l'innovation par la théorie C-K, nous montrerons dans le chapitre V, que cette théorie est encore faiblement utilisée dans un contexte d'innovation particulier : celui des partenariats de conception. Nous envisagerons donc, non seulement d'utiliser la théorie C-K pour modéliser les raisonnements de conception mais aussi de l'utiliser pour modéliser les co-raisonnements en conception. Vis à vis de la littérature sur les partenariats de conception, nous préciserons un cas particulier qui est celui des partenariats d'exploration. La revue de la littérature sur le sujet nous permettra de définir les variables à prendre en compte pour modéliser les partenariats d'exploration avec la théorie C-K.

CHAPITRE III. L'INNOVATION : UN CONCEPT MALLEABLE ET ENIGMATIQUE EN CRISE DE REPERE THEORIQUE ACTIONNABLE

INTRODUCTION ET ORGANISATION DU CHAPITRE III

Ce chapitre est décomposé en trois sections.

Nous introduirons tout d'abord le concept d'innovation intensive. Nous montrerons que les entreprises sont aujourd'hui contraintes de renouveler leurs innovations de plus en plus rapidement.

Ensuite, nous montrerons que pour parvenir à gérer ce flux de produits/services nouveaux, deux grands paradigmes sont privilégiés par les praticiens et les chercheurs : l'innovation serait le fruit d'un management de la Recherche réussi ou que l'innovation est l'aboutissement d'un management efficace des idées. Ces deux approches ainsi que les notions théoriques sous-jacentes seront présentées. Nous mentionnerons l'intérêt de ces deux approches et les limites pour expliquer et agir efficacement en innovation.

Enfin, nous montrerons que ces deux paradigmes pris indépendamment ne sont pas suffisants pour expliquer les mécanismes de l'innovation. Nous justifierons notre intérêt d'étudier l'activité de conception et plus précisément les raisonnements de conception pour comprendre l'innovation.

PARTIE 1- DECRYPTER ET INSTRUMENTER		
LES PARTENARIATS D'EXPLORATION PAR LES THEORIES DE CONCEPTION		
CHAPITRE III. L'INNOVATION : UN CONCEPT MALLEABLE ET ENIGMATIQUE EN CRISE DE REPERE THEORIQUE ACTIONNABLE	CHAPITRE IV. DES RAISONNEMENTS DE CONCEPTION AUX RAISONNEMENTS DE CO- CONCEPTION	CHAPITRE V. COMPRENDRE LES PARTENARIATS D'EXPLORATION POUR MIEUX LES OUTILLER

Articulation du chapitre III dans la partie 1

CHAPITRE III. L'INNOVATION : UN CONCEPT MALLEABLE ET ENIGMATIQUE EN CRISE DE REPERE THEORIQUE ACTIONNABLE
1. Le contexte contemporain de la stratégie d'innovation intensive : un rythme élevé de production d'innovations
1.1. Innover pour accéder à une position concurrentielle avantageuse
1.2. Le concept d'innovation intensive
2. L'organisation de l'innovation vue sous le prisme des modèles classiques de gestion de l'innovation
2.1. L'innovation vue comme le résultat de la Recherche
2.2. L'innovation vue comme le résultat de la créativité : vers une ingénierie des idées
3. Comprendre l'innovation par les raisonnements de conception
3.1. Synthèse des deux paradigmes : création et savoir
3.2. Etudier l'innovation par l'activité de conception : l'enjeu des raisonnements de conception
CONCLUSION ET RESUME DU CHAPITRE III

Sommaire du chapitre III

1. Le contexte contemporain de la stratégie d'innovation intensive : un rythme élevé de production d'innovations

1.1. Innover pour accéder à une position concurrentielle avantageuse

L'innovation n'est bien évidemment pas un phénomène nouveau. Elle est depuis longtemps considérée comme un vecteur de croissance de l'économie, un moteur puissant de développement industriel sans cesse promue par les politiques publiques¹².

Il est désormais largement accepté d'attribuer les premières études scientifiques sur le sujet à l'économiste Autrichien Joseph Aloïs Schumpeter au début du XXème siècle. Celui-ci est sans doute l'un des premiers à mettre en avant l'impact de l'innovation et du progrès technique sur l'économie. Il introduit notamment le concept de *destruction créatrice* pour désigner le phénomène cyclique conjoint de destruction et de création d'industries (Schumpeter, 1942). Selon l'auteur, grâce aux initiatives des *entrepreneurs*, ceux-ci vont proposer des nouveaux biens qui vont précipiter la chute d'entreprises bénéficiant parfois d'une situation de monopole historique. L'innovation permet d'accéder à une situation favorable sur un marché en se différenciant des offres routinières : « [...] ce que je crois être la source fondamentale du bénéfice industriel, à savoir les profits que le régime capitaliste alloue à l'introduction, couronnée de succès, de nouveaux produits ou de nouvelles méthodes de production ou de nouveaux types d'organisation. » (Schumpeter, 1942) (Préface de l'auteur, deuxième édition, 1946, p11).

L'innovation est donc intrinsèquement liée à la notion de marché¹³ ; dans cette même perspective, nous retrouvons les travaux de Porter et ses *stratégies génériques*. Selon lui, trois principales stratégies existent pour construire un avantage concurrentiel : la stratégie de domination par les coûts (i), la stratégie de différenciation (ii) et la stratégie de focalisation (iii). La stratégie de domination par les coûts (i), consistant à diminuer les prix d'un produit pour une performance identique à la concurrence, peut être obtenue en bénéficiant d'économies d'échelle, en diminuant les coûts liés à l'approvisionnement ou encore en bénéficiant des courbes d'expériences¹⁴. L'innovation permet aussi d'éviter la guerre des coûts en se procurant un avantage concurrentiel via le lancement d'offres différenciées de celles de la concurrence (ii). Deux configurations s'offrent alors : proposer une offre en diminuant à la fois la performance et le prix du produit (ex.

¹² Parmi d'innombrables exemples, on peut citer l'initiative de l'Union Européenne qui proclame l'année 2009 : « Année européenne de la créativité et de l'innovation ». <http://europa.eu/scadplus/leg/fr/lvb/l29020.htm>, consulté le 29/04/09.

¹³ C'est d'ailleurs sur cette spécificité (i.e. la mise sur le marché (réussie)) que se base la distinction classique entre innovation et invention.

¹⁴ Les courbes d'expériences sont liées aux phénomènes d'accumulation d'expériences. Au fur et à mesure du temps, une entreprise apprend à gérer sa production ; ce gain d'efficacité permet de réduire ses coûts unitaires.

les produits jetables Bic ou encore les offres pratiquées par les compagnies aériennes low-cost – la *stratégie d'épuration*¹⁵, ou bien augmenter la valeur du produit et augmenter par la même occasion son prix – la *stratégie de sophistication*. Dans ce dernier cas, il est question de proposer un produit dont les caractéristiques sont jugées supérieures à celles des offres concurrentes par exemple en présentant un produit répondant mieux aux attentes du consommateur (ex. le célèbre iPod d'Apple). C'est généralement autour de cette dernière stratégie que se base l'innovation selon Porter, la stratégie de focalisation (iii) consistant, quant à elle, plus à positionner son offre sur un produit de niche afin de se soustraire de la concurrence. Le modèle de Porter admet cependant quelques critiques, ses détracteurs insistant notamment sur le fait que de telles stratégies ne sont pas « pures » dans le sens où plusieurs stratégies peuvent coexister et évoluer dans le temps (voir (Gurau, 2007)) ; l'innovation technologique ne peut alors se restreindre aux seules stratégies de différenciation : les innovations de procédés ou bien les innovations incrémentales peuvent par exemple permettre à l'entreprise d'abaisser leurs coûts de production et ainsi de s'inscrire dans une logique de domination par les coûts.

Si l'acquisition d'un avantage concurrentiel est un challenge décisif pour les entreprises, la pérennité de cet avantage l'est tout autant. Bien que certaines parades existent (ex. verrouillage du marché par un standard propriétaire, rendre l'imitation difficile...), le maintien de cet avantage concurrentiel devient extrêmement difficile voire impossible. Depuis le début des années 80-90, l'innovation change fondamentalement de statut dans les stratégies des entreprises : dans un environnement *hypercompétitif* (D'Aveni et Gunther, 1994) où les avantages se créent et se détruisent rapidement, l'innovation ne peut plus être seulement considérée seulement comme un moteur de croissance mais devient une condition de survie pour les entreprises ; elle n'est plus réservée à quelques entreprises mais « se généralise à l'ensemble du tissu industriel » (Benghozi, Charue-Duboc, et al., 2000) cité par (Renou et Rousselière, 2006):11). Les entreprises ne peuvent plus uniquement s'appuyer sur des routines¹⁶ particulières mais doivent faire preuve de flexibilité stratégique pour lancer rapidement de nouveaux produits. Elles doivent sans cesse identifier et créer de nouveaux avantages, mettant l'entreprise en forte tension comme le résume (Volderba,

¹⁵ Dans ce sens, la *stratégie d'épuration* se distingue bien d'une *stratégie de prix* (ou de *domination par les coûts*) car cette dernière ne propose pas de dégrader la valeur du produit mais bien de conserver une valeur similaire aux produits concurrents tout en abaissant les coûts et donc, le prix du produit.

¹⁶ "Les routines correspondent à la manière dont les membres de l'organisation se comportent les uns avec les autres et avec l'extérieur. Elles définissent les manières d'agir au quotidien [...]. L'existence des routines permet de "lubrifier" le fonctionnement de l'organisation, ce qui peut être une compétence distinctive. Cependant, elles ont également tendance à renforcer les schémas de pensée implicites, ce qui peut faire obstacle au changement" (Johnson, Scholes, et al., 2002) :233 . Voir aussi (Nelson et Winter, Spring 2002).

1996) : "organizational flexibility is inherently paradoxical and requires a constructive friction between change and preservation" (p359).

1.2. Le concept d'innovation intensive

La notion d' *innovation intensive* proposée par (Chapel, 1997, Le Masson, Weil, *et al.*, 2006) résume bien l'enjeu contemporain pour les entreprises. Face à l'hypercompétitivité, les entreprises doivent à la fois maintenir un flux élevé de produits et se différencier en proposant des produits nouveaux. Ce contexte d'innovation intensive est mentionné sous d'autres appellations : (Bower et Christensen, 1995, Christensen, 1997) reconnaissent des produits basés sur des *disruptive technology* souvent plus faciles à utiliser, moins chers et capable de créer de nouveaux marchés de niche *ex nihilo*; (Tushman et Anderson, 1986) insiste sur les profondes mutations engendrées par les *technological discontinuities* en terme de compétences et connaissances. Selon (Le Masson, Weil, et al., 2006):23, « en moins d'un demi-siècle, le processus de génération des innovations est devenu le terrain de compétition majeur du capitalisme contemporain et un moyen essentiel du développement durable des sociétés contemporaines. Pour les entreprises [...] il s'agit de survivre dans un capitalisme de l'innovation intensive. Dans une société habituée à renouveler régulièrement ses projets et ses modes de vie, il s'agit même du mode fondamental de création de valeur ».

Le temps de développement d'un produit est aujourd'hui de plus en plus réduit. La société de conseil DELOITTE a montré, d'après un échantillon de 640 entreprises, que le lancement de nouveaux produits en 2007, malgré encore un fort taux d'échec (50-70%), représentaient 35% du chiffre d'affaires de ces entreprises et que 70% de ces nouveaux produits seraient obsolètes en 2010 (DELOITTE, 2004). Toujours d'après DELOITTE, la durée de vie d'un nouveau produit dans les industries très dynamiques est estimée à un an ou deux. Dans le même esprit, l'entreprise 3M déclare se fixer comme objectif que 30% de ses revenus proviennent de produits de moins de quatre ans¹⁷. Alors qu'en 1945, il fallait 5 ans au constructeur automobile français RENAULT pour lancer un nouveau véhicule, un modèle par an était lancé dans les années 80 et environ 8 nouveaux modèles annuels sont commercialisés aujourd'hui (cf. Figure 5).

¹⁷ <http://mba.tuck.dartmouth.edu/pdf/2002-2-0002.pdf> , consulté en mai 2009.

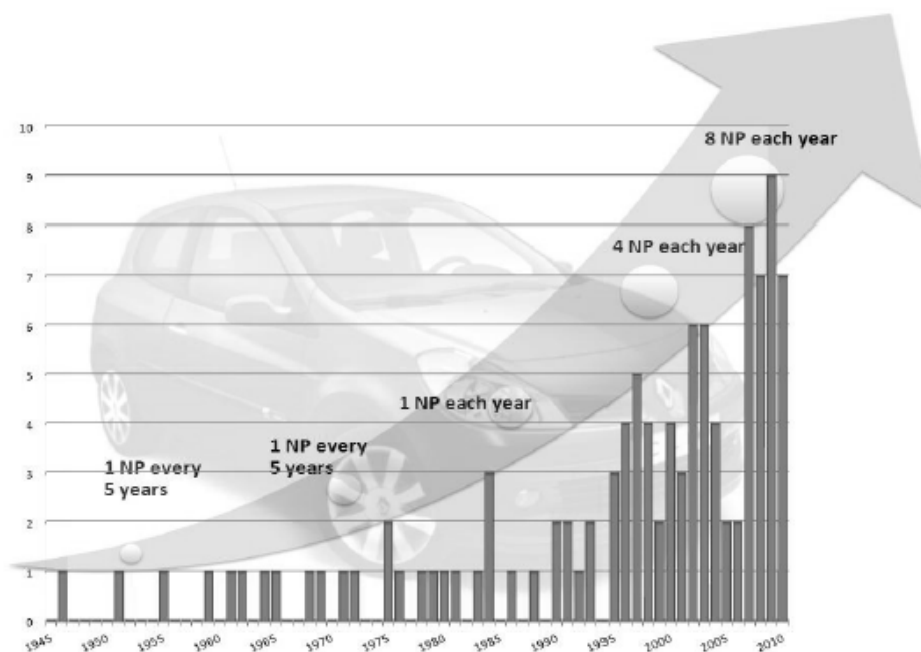


Figure 5. Evolution du nombre de nouveaux véhicules lancés par RENAULT depuis 1945 (source : Midler, 2006, Les échos, cité par (Maniak, 2009):83)

Certains auteurs plaident pour une maîtrise du rythme des innovations ("like a metronome, time pacing creates a predictable rhythm for change in a company", (Eisenhardt et Brown, 1998), p60). Exemplifié par Intel et la loi de Moore, cette stratégie calendaire permet d'éviter à l'entreprise de subir des événements extérieurs et d'effrayer d'éventuels entrants : "Intel is certainly the most visible - but by no means the only-practitioner of time pacing, a strategy for competing in fast-changing, unpredictable markets by scheduling change at predictable time intervals. Not only does Intel make Moore's Law a reality through its new-product introductions, but it also time-paces in other key areas. [...]. Small and large companies, high and low tech alike, can benefit from time pacing, especially in markets that won't stand still. [...]. In rapidly shifting industries, time pacing can help managers anticipate change and perhaps, like Intel, set the pace for change." (Ibid., p60).

Parallèlement aux raccourcissements du cycle de vie des produits, un second phénomène caractérise le contexte d'innovation intensive : il ne s'agit plus seulement de proposer des produits plus performants et moins coûteux, les produits doivent aussi se différencier radicalement vis à vis des *dominant design*¹⁸ établis (Abernathy et Utterback, 1978). Les entreprises se doivent de

¹⁸ Un *dominant design* est un ensemble de caractéristiques qui sert de référence pour une catégorie de produit, qui donnent l'identité d'un produit. Par exemple, nous pouvons dire que les roues sont un élément du dominant design de la voiture telle qu'on la connaît aujourd'hui. Voir (Srinivasan, Lilien, et al., 2006) pour une revue complète des définitions sur le sujet.

changer de *régime de conception* (Segrestin, Lefebvre, et al., 2002) et proposer des produits qui surprennent les consommateurs.

Ce constat est évoqué explicitement par (Le Masson, Weil, et al., 2006) lorsque les auteurs évoquent la versatilité de l'identité des objets : « le qualificatif d' intensif [...] veut indiquer notamment que les progrès techniques ou esthétiques ne sont plus les seuls terrains d'innovation. De fait, tous les attributs visibles ou invisibles d'un produit ou d'un service sont devenus des terrains potentiels d'innovation [...]. En pratique, ce processus passe donc inévitablement par l'introduction de nouvelles fonctionnalités ou de nouveaux espaces de valeurs, qui eux-mêmes stimuleront de nouvelles techniques, qui à leur tour donneront naissance à de nouvelles esthétiques ou de nouvelles fonctions... L'innovation intensive apparaît ainsi comme l'extension et la généralisation de ce jeu inventif, autoproducteur et autorenforçant dont l'effet le plus visible et le plus frappant est la déstabilisation et le renouvellement de l'identité même des objets ou des valeurs. » (Ibid., p24). En prenant le cas du leader mondial en optique ophtalmologique, ESSILOR, (Veyrat, 2008) montre que l'identité des « lunettes informatives » est instable (« un concept ouvert référent *a priori* autant aux lunettes, qu'aux baladeurs multimédia, au cinéma, ou à la télévision » (Ibid., p18)) et que son émergence modifie radicalement l'organisation et la stratégie de la R&D, lesquelles restent profondément marqués par le *dominant design* de la lunette traditionnelle (verre, monture, légèreté, finesse...) ¹⁹.

¹⁹ ""Légèreté, transparence, résistance, finesse, et qualité optique" se sont ainsi progressivement définies comme les critères d'évaluation du verre, et par conséquent une certaine représentation de l'usage qui en est fait (nous y reviendrons). Ils sont aussi devenus les guides des processus d'innovation d'ESSILOR, les pas à la fois à suivre et à incrémenter. Croisés avec des métiers parfaitement identifiés (optique / matériaux) et un fonctionnement exclusivement ' par projets ', ils sont non seulement à la base de tous les cahiers des charges, d'un dominant design particulier, mais sont aussi les témoins d'une certaine ' façon d'innover ', où le développement, la compatibilité avec le traitement supérieur et inférieur, l'amélioration à l'intérieur d'un cadre de plus en plus étroit et complexe, prédomine devant la recherche et l'exploration de nouvelles solutions globales." (Veyrat, 2008):31)

2. L'organisation de l'innovation vue sous le prisme des modèles classiques de gestion de l'innovation

Vis à vis de la littérature sur l'innovation, l'accroissement rapide du nombre de produits lancés et leur diversité posent la question de l'organisation de l'innovation. Comment est-il possible de lancer sur le marché des nouveaux produits à un rythme élevé ? Comment ne pas déséquilibrer l'organisation de l'entreprise ? Avec quels outils opérationnels les concepteurs peuvent-ils innover ? Comment les entreprises vont-elles gérer la dynamique de transformation des identités des objets ?

Devant la masse et l'hétérogénéité des études sur le management de l'innovation, nous pouvons quand même extraire deux grands paradigmes de l'innovation : le premier insiste sur l'importance de la production de connaissances scientifiques dans le processus d'innovation et s'interroge précisément sur le management de la recherche en innovation et le second fait une place croissante à la créativité et au management des idées... Ces deux courants admettent bien évidemment de forts recouvrements ; néanmoins, par souci de clarté et de concision, nous tenterons de les décrire successivement en relevant les grands principes et écueils managériaux et théoriques à travers les travaux fondateurs ainsi que les évolutions récentes de la littérature. Ces deux différents éléments sont synthétisés dans le tableau suivant (cf. Tableau 6).

L'innovation vue comme ...	Enjeux pour une innovation intensive
...le résultat de la recherche	<u>« réussir le management de la Recherche »</u>
...le résultat de la créativité	<u>« réussir le management de la Créativité »</u>

Tableau 6. Deux paradigmes de l'innovation

2.1. L'innovation vue comme le résultat de la Recherche

2.1.1. Esquisse de l'histoire du management de la Recherche en entreprise et actualités

L'émergence et le développement de la recherche en entreprise est selon (Gastaldi, 2007, Le Masson, 2001) à situer vers le dernier quart du 19^{ème} siècle sous l'impulsion des entreprises Allemandes de chimie. D'après (Hounshell, 1996) (cité par (Gastaldi, 2007):154) c'est en 1875-1900 que nous trouvons aussi les premières traces de recherche industrielle aux Etats Unis avec la Pennsylvania Railroad, compagnie désireuse de voir comment un docteur en chimie pouvait mettre en pratique ses connaissances, et General Electric qui crée un laboratoire dévoué à la

génération et l'utilisation de connaissances pour renforcer son cœur de métier. (Gastaldi, 2007) résume l'âge d'or de la recherche en entreprise de 1945 à 1970. Dopé par les Trente Glorieuses, les entreprises créent massivement des grands programmes de Recherche et la Recherche s'institutionnalise. Cette forte expansion est fragilisée par les chocs pétrolier des débuts des années 70 ; la Recherche coûte cher comme le souligne (Zhao et Chen, 2008) : "Discovering and developing a new medicine takes at least twelve years, and the average cost is now more than \$1 billion – higher than NASA's budget for sending a rocket to the moon" (p.3) et les résultats ne sont pas à la hauteur des sommes investies. A partir de ces années, les objectifs de développement deviennent de plus en plus court terme et la recherche s'organise différemment (accroissement des coopérations industrielles et académiques pour une mutualisation des ressources...). Depuis les années 90, toujours selon (Gastaldi, 2007), la Recherche en entreprise est entrée en période de crise : réduction de budget, réduction de personnels, délocalisation ou encore désaffectation des filières scientifiques pour les étudiants...

L'innovation vue comme le résultat de la recherche est une vision forte des *science-based industries*, c'est à dire des industries qui sont structurées sur une forte valorisation du savoir scientifique pour innover. Parmi celles-ci, nous retrouvons outre le domaine de la chimie, celui de la pharmacie, de l'aéronautique, de la biotechnologie, de l'armement ou encore des nanotechnologies. Du point de vue du processus d'innovation, nous nous situons dans une approche principalement de *techno-push* ou *science-push* : ce sont les découvertes scientifiques des laboratoires de recherche qui vont donner naissance aux innovations, le marché étant lui perçu simplement comme un réceptacle. Le modèle d'innovation emblématique qui est associée est le modèle linéaire proposé par (Kline et Rosenberg, 1986):286 (cf. Figure 6). Largement critiqué (Ibid., p289)²⁰, ce modèle n'admet aucun aller-retour ; la fonction marketing est d'ailleurs totalement absente des mécanismes de création.

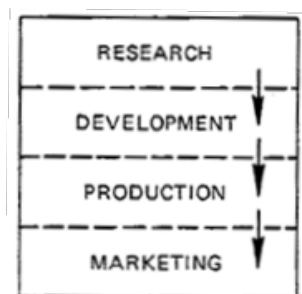


Figure 6. Le modèle linéaire de l'innovation (Kline et Rosenberg, 1986)

²⁰ Dans ce même article, (Kline et Rosenberg, 1986) proposent un second modèle appelé "modèle de la chaîne interconnectée" qui permet de rendre visible les interactions entre les dimensions marché et technologique.

2.1.2. La production de connaissances en innovation

2.1.2.1. Les ressources et compétences comme fondement de la capacité stratégique

Afin de maîtriser et d'exploiter au mieux le stock de connaissances généré par la Recherche, de nombreux modèles ont été proposés dans la littérature. Le courant de la *Ressource-Based View* (RBV) fait état d'un nombre important de recherches (Coase, 1937, Penrose, 1959). Selon les auteurs, l'avantage concurrentiel de la firme ne réside pas essentiellement dans la diminution de ses coûts mais plutôt dans sa capacité à combiner des ressources et développer des compétences stratégiques. En situant l'avantage concurrentiel au cœur des activités de la firme, le courant de la RBV prend à contre-pied l'approche classique de Porter qui suggère que la performance de l'entreprise réside dans l'analyse de ses structures externes²¹. (Barney, 1991) propose quatre conditions pour savoir si une ressource constitue un avantage concurrentiel : la valeur que possède la ressource, sa rareté, son inimitabilité et sa non-substituabilité.

Toutefois, la RBV fait l'objet de critiques soutenues, (Priem et Butler, 2001) reprochant le caractère tautologique et le manque d'opérationnalité du concept. En effet, définir la rareté ou la valeur d'une ressource comme un avantage concurrentiel n'éclaire en rien le mécanisme permettant de se procurer ce type de ressources. Les critères de Barney permettraient d'expliquer un avantage concurrentiel *a posteriori* et n'incluraient pas la dimension dynamique de la création de compétences. De ce point de vue donc, assurer des connaissances uniques ne semble pas suffisant, les *core capabilities*²² (Prahalad et Hamel, 1990) pouvant se révéler alors des *core rigidities*²³ (Leonard-Barton, 1992).

2.1.2.2. L'entreprise innovante est une entreprise apprenante

Par la suite, l'accent est donc mis sur l'aspect dynamique des connaissances (Nonaka, 1994). (Eisenhardt et Martin, 2000, Teece, Pisano, et al., 1997) proposent de désigner, à travers la notion de *dynamic capabilities*²⁴, la capacité d'une entreprise à renouveler et à recréer sa capacité stratégique afin de répondre aux exigences d'un environnement turbulent. En d'autres termes, l'entreprise

²¹ Nous retrouvons ici le modèle des cinq forces de Porter.

²² "Capabilities are considered core if they differentiate a company strategically." (Leonard-Barton, 1992):111

²³ "Values, skills, managerial systems, and technical systems that served the company well in the past and may still be wholly appropriate for some projects or parts of projects, are experienced by others as core rigidities-inappropriate sets of knowledge. Core rigidities are the flip side of core capabilities. They are not neutral; these deeply embedded knowledge sets actively create problems. While core rigidities are more problematic for projects that are deliberately designed to create new, nontraditional capabilities, rigidities can affect all projects-even those that are reasonably congruent with current core capabilities." (Leonard-Barton, 1992):118

²⁴ "We define dynamic capabilities as the firm's ability to integrate, build, and reconfigure internal and external competences to address rapidly changing environments. Dynamic capabilities thus reflect an organization's ability to achieve new and innovative forms of competitive advantage given path dependencies and market positions". (Teece, Pisano, et al., 1997)

doit être capable d'apprendre et de se forger des capacités organisationnelles au travers de ses routines. L'innovation peut être alors considérée comme une capacité organisationnelle dans le sens où elle va mobiliser, à travers ses activités de développement de produits par exemple, des sources de connaissances internes et externes. (Chanal et Mothe, 2004) basé sur (Dannels, 2002) désignent par la notion d'*innovation d'exploration*, les propriétés dynamiques de l'innovation qui vont se déployer selon une logique de création de nouvelles ressources et connaissances.

L'entreprise innovante apparaît donc, dans ces modèles, comme étant fondamentalement une entreprise apprenante. Plusieurs modèles ont tenté d'expliquer les processus d'apprentissages ; (Argyris et Schön, 2002) proposent, avec leur modèle d'apprentissage simple boucle/double boucle, de différencier les apprentissages qui remettent en question les valeurs directrices de l'organisation (double boucle), des apprentissages réactionnels occasionnés par les stratégies d'essai-erreur (simple boucle). Nous rapprochons ici le modèle de (March, 1991), qui différencie l'exploration, c'est à dire la capacité des entreprises à renouveler en profondeur leur champ de connaissances et à expérimenter de nouvelles pratiques (proche de la double boucle), de l'exploitation qui est liée à un phénomène d'accumulation de connaissances où les connaissances existantes sont affinées pour une meilleure efficacité (plutôt simple boucle).

L'innovation et l'apprentissage sont donc deux phénomènes inter-reliés qui se stimulent mutuellement : les formes d'innovation (exploration, exploitation) étant en interaction avec des apprentissages différents (double boucle, simple boucle). (Cohen et Levinthal, 1990) insistent sur la présence d'acteurs d'interface, les *gatekeepers*, entre l'entreprise et l'extérieur, mais aussi au sein même de l'entreprise, capable de porter et d'absorber ces nouvelles connaissances. Les auteurs montrent que la capacité à évaluer et utiliser un savoir extérieur dépend largement du niveau de connaissance qu'avait précédemment l'entreprise : selon les auteurs, les entreprises doivent à la fois avoir beaucoup de connaissances mais aussi une connaissance variée.

2.1.3. Quelques limites et écueils du management de la Recherche

Vis à vis de ce premier paradigme, le management de la Recherche, plusieurs limites peuvent être pointées. Premièrement, même si la production de connaissances scientifiques joue un rôle incontestable en innovation, toute innovation n'est pas issue de la Recherche. De nombreux cas ont montré que les innovations issues du marketing (via les remontées clients par ex.) ou encore du packaging (ex. IKEA) ont permis d'assurer une forte rentabilité. Aussi, les ingénieurs ne sont pas toujours en train de produire de la connaissance pour résoudre leur problème de conception, ils puisent aussi dans leurs connaissances existantes.

De plus, il est clairement attesté que le nombre de brevets déposés ne correspond pas au nombre d'innovations lancées sur le marché. En d'autres termes, les avancées et découvertes scientifiques

ne peuvent se passer d'une analyse du marché et de ses besoins potentiels. Les innovations technologiques ne trouvent pas toujours leur place sur le marché.

Une étude commanditée par le cabinet américain Booz Allen Hamilton dégage une conclusion similaire. Alors que les ressources humaines et dépenses octroyées dans les bureaux de R&D augmentent de manière continue²⁵, les entreprises qui dépensent le plus en R&D ne sont pas forcément celles qui sont les plus innovantes (cf. Figure 7). En d'autres termes, il ne suffit pas de disposer d'une R&D puissante pour innover, il s'agit surtout de mieux dépenser (Jaruzelski, Dehoff, et al., 2005). Ce résultat important montre que l'innovation est de nature complexe ; elle n'est pas un pur résultat de la Recherche, l'innovation n'est pas linéaire comme l'affirment les premiers modèles de l'innovation (Kline et Rosenberg, 1986) qui proclament la Recherche comme moteur unique de l'innovation²⁶.

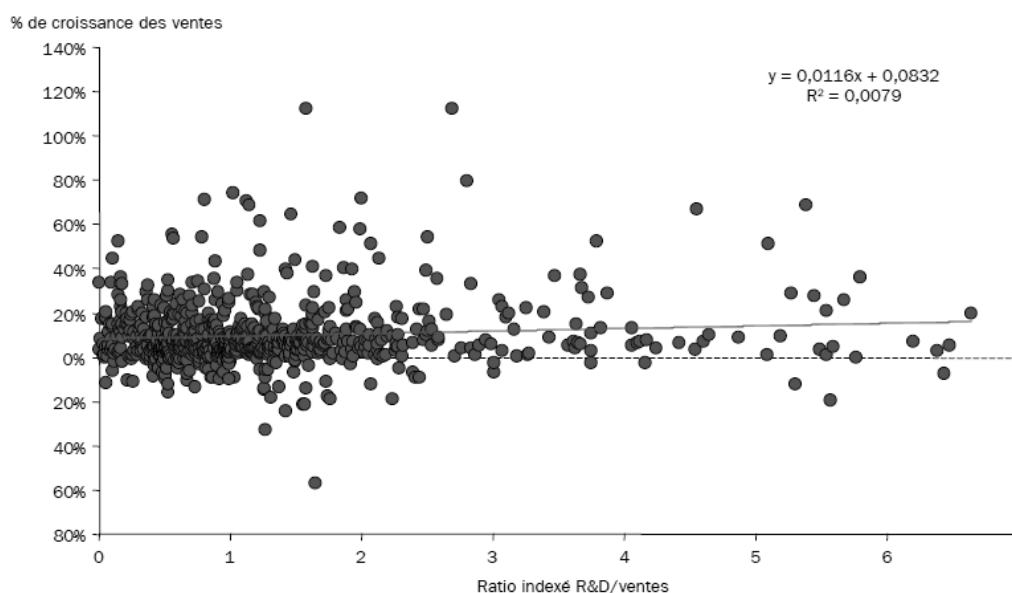


Figure 7. L'absence de rapport entre dépenses budgétaires et performance (Jaruzelski, Dehoff, et al., 2005)

Enfin, ce type de modèle peut s'avérer extrêmement coûteux et se pose des questions sur la manière de savoir quelles connaissances générer. Comment piloter ce processus de génération de connaissances, comment contrôler ce processus pour produire de la connaissance scientifique valorisable en innovation ?

²⁵ Voir à ce sujet, les données provenant de l'OCDE²⁵ <http://www.oecd.org/dataoecd/9/44/41850733.pdf>

²⁶ D'ailleurs (Kline et Rosenberg, 1986) admettent explicitement les limites du modèle linéaire ("we have no choice but to abandon the linear model." (p288)) et proposent le chain-linked model (p290), un modèle rendant compte du caractère interactionnel de l'innovation ("models that depict innovation as a smooth, well-behaved linear process badly misspecify the nature and direction of the causal factors at work. Innovation is complex, uncertain, somewhat disorderly, and subject to changes of many sorts" (p275)).

2.2. L'innovation vue comme le résultat de la créativité : vers une ingénierie des idées

Le second paradigme consiste à se représenter l'innovation comme le résultat de la créativité. Dans cette optique, organiser l'innovation consisterait à rassembler un ensemble des techniques et d'activités afin de stimuler le potentiel créatif individuel et collectif. (Amabile, Conti, et al., 1996):1155) précisent leur définition de la créativité et son articulation avec le concept d'innovation : "we define creativity as the production of novel and useful ideas in any domain. We define innovation as the successful implementation of creative ideas within an organization. In this view, creativity by individuals and teams is a starting point for innovation; the first is a necessary but not sufficient condition for the second."

Nous développerons donc dans cette section, le modèle du « management de la créativité » à travers deux grands courants de la littérature : les recherches portant sur l'environnement propice à l'innovation et l'intérêt croissant des phases d'avant-projet.

2.2.1. Entretenir un climat favorable à la créativité à travers des organisations flexibles

Les psychologues ont, semble-t-il, été les premiers à s'intéresser au phénomène de créativité. Ceux-ci ont tout d'abord souligné que la créativité était plus ou moins présente chez les individus et que les tests d'intelligence²⁷ ne suffisaient pas à la mesurer ("I believe that creativity and creative productivity extend well beyond the domain of intelligence", (Guilford, 1950) : 445). Les chercheurs ont ainsi proposé des tests spécifiques, des tests d'originalité (Chassell, 1916) par exemple. Le célèbre test de Torrance (Torrance, 1990) basé sur les travaux de (Guilford, 1967) mesure la créativité chez un individu selon quatre critères :

- Fluency : la quantité d'idées émises au cours du test
- Flexibility : le nombre de catégories auxquelles appartiennent les idées (variété)
- Originality : la fréquence d'apparition d'une même idée dans un échantillon donné (rareté)
- Elaboration : le niveau de détails permettant la concrétisation de l'idée

Les raisons de ces différences interindividuelles ont été largement évoquées et ne trouvent pas encore de réel consensus aujourd'hui (sérendipité pour certains, maladie mentale, humour, hérédité, motivation, autonomie pour d'autres (Camella, 1966, McKinnon, 1965, Scott, 1965)...). Un consensus est tout de même consenti : la créativité individuelle serait largement influençable par les conditions de l'environnement. Il serait nécessaire de favoriser un climat social propice

²⁷ Tests QI principalement

laissant les individus libres d'exprimer pleinement leur créativité. De nombreuses études ont tenté de déceler les facteurs discriminants d'une *organisation créative* et de proposer les leviers managériaux *ad-hoc* (mélange des expertises, encouragement de la part des supérieurs, augmentation du sens du challenge, accord du droit à l'erreur, incitations aux actions participatives...) (Amabile, 1998, Amabile, Conti, et al., 1996, Woodman, Sawyer, et al., 1993). Le degré de motivation fait l'objet de recherches particulières notamment à travers le concept d'*intrapreneurship* (Menzel, Aaltio, et al., 2007) qui met en avant la faculté de certains employés à prendre des initiatives dans une organisation existante et qui, par le soutien de leur hiérarchie, parviennent à provoquer des changements bénéfiques pour l'entreprise (développement de nouveaux marchés, ...).

Si ces recherches renseignent notamment sur l'aspect interactionnel de la créativité, la liste des paramètres permettant de « régler » la créativité semble toutefois infinie et difficilement actionnable pour le gestionnaire. Nous rejoignons (Le Masson, Weil, et al., 2006) quand ces auteurs expriment que ce type de courant considère l'innovation comme quelque chose ne pouvant-être maîtrisé²⁸ (il est question selon eux de '*laissez-faire*'). Les capacités de création des individus sont considérées comme préexistantes et la seule responsabilité du gestionnaire est de ne pas inhiber ces capacités.

Dans cette perspective, un climat créatif apparaît donc comme incompatible avec des activités routinières. Les entreprises jugées créatives doivent s'écarter de la rigidité procédurière des structures bureaucratiques (Mintzberg, 2004) et devenir *flexibles* (Volderba, 1996), *organiques* (Burns et Stalker, 1994) ou encore en forme de *spaghetti* (Foss, 2003) pour s'adapter rapidement à l'environnement. Dans ce même esprit, (O'Reilly et Tushman, 2004, Tushman et O'Reilly, 1996) encouragent les entreprises à développer des capacités d'*ambidextrie*, c'est à dire des capacités pour exploiter efficacement des compétences existantes mais aussi pour explorer des horizons inconnus. Il est parfois même conseillé de séparer radicalement les équipes chargées d'innovation de la maison mère comme le suggèrent (Bower et Christensen, 1995) : "keep the disruptive organization independent" (p.52). Dans ce contexte, des laboratoires d'idées implantés à l'extérieur du périmètre de l'entreprise apparaissent ; c'est le cas par exemple pour notre étude de cas (cf. Chapitre VI).

²⁸ De manière similaire, l'usage de la métaphore du jazz est souvent employé pour décrire le processus d'innovation (Barrett, 1998).

2.2.2. Une préoccupation croissante de la conception en phase amont

Un second pan de la littérature se focalise sur la maîtrise du processus de créativité dans le processus d'innovation. Dans la majeure partie des modèles proposés par la littérature (Cooper, 1976, Cross, 2000, Pahl et Beitz, 2007, Pugh, 1991) (cf. Annexe 2, p.286), les activités de créativité sont positionnées au tout début du processus afin de préparer la conception de nouveaux produits. C'est par exemple le cas dans le célèbre processus Stage Gate Process proposé par (Cooper, 1976, Cooper et Kleinschmidt, 1993) (cf. Figure 8). La littérature sur le New Product Development met ainsi en avant des phases particulières dites *d'avant-projet* (Gautier et Lenfle, 2004). Ces phases de gestion particulières sont aussi nommées *fuzzy front end* (Khurana et Rosenthal, 1998, Reid et de Brentani, 2004, Smith et Reinertsen, 1991, Van Aken, 2004), *front end of innovation* (Koen, Ajamian, et al., 2001) (cf. Figure 9) ou encore *la conception en phase amont* (Ben Rejeb, 2008). Malgré leurs différentes dénominations, ces activités ont toutes pour objectif de spécifier le *conceptual design* (Pahl et Beitz, 2007), c'est à dire d'établir un concept nouveau ainsi que des solutions techniques éprouvées et une première estimation de la valorisation commerciale du concept.

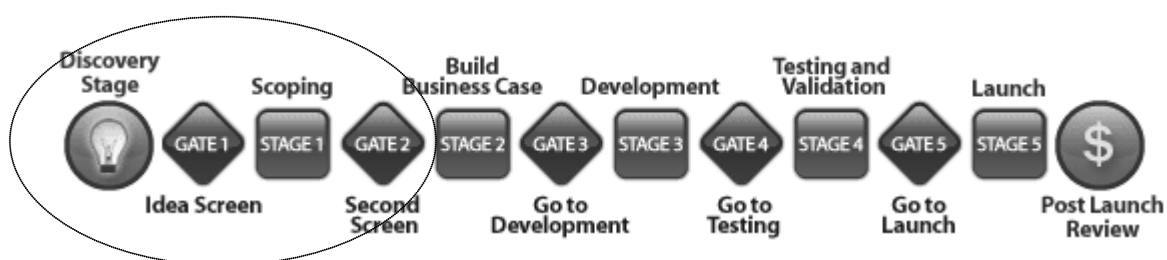


Figure 8. La place de la créativité dans le Stage-Gate® Process²⁹

Cette phase d'avant-projet est généralement construite autour des activités suivantes : détection et analyse des opportunités, génération d'idées, sélection des idées, définition du concept. Ces activités étant-elles mêmes fondamentalement liées aux modèles cognitifs de la créativité (Boden, 1990, Helmholtz, 1826, Osborn, 1953, Wallas, 1926) (*creative design thinking*, cf. Annexe 3, p.287) lesquels décrivent, de manière générale, la créativité comme un processus alternant des périodes de *divergence* et des périodes de *convergence*³⁰.

²⁹ Source : <http://www.prod-dev.com/stage-gate.shtml> (consulté en 03/2010)

³⁰ Nous retrouvons le schéma divergence/convergence dans de nombreux modèles comme celui proposé par (Wallas, 1926) qui différencie 4 phases en créativité : saturation, incubation, illumination (*divergence*) et vérification (*convergence*) ou encore dans le modèle du double diamant proposé par le Design Council (discover, define, develop, deliver) (<http://www.designcouncil.org.uk/en/About-Design/managingdesign/The-Study-of-the-Design-Process/> ; dernier accès : mai 2009).

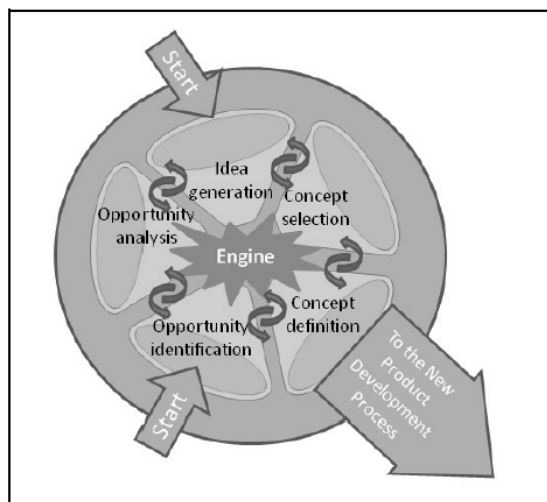


Figure 9. Le modèle de Front End of Innovation (Koen, Ajamian, et al., 2001)

Depuis quelques décennies, une ingénierie particulière s'est développée autour de ces phases-amonts afin de proposer des outils *ad-hoc*. Nous nous contenterons ici de donner une présentation rapide de ces différentes familles d'outils ainsi que les évolutions récentes des recherches.

- aider à l'émergence d'idées : Ces outils et techniques ont pour but de faire émerger des idées de manière collective ou individuelle. Parmi les outils de divergence, l'un des plus connus est sans nul doute, la technique de *brainstorming* d'Osborn laquelle consiste à stimuler la créativité des individus en s'appuyant sur des procédés d'associations/de rebonds d'idées (Osborn, 1953). Concernant les aspects technologiques, nous pouvons citer la méthode TRIZ³¹ (Altshuller, Shulyak, et al., 1999, Savransky, 2000) qui consiste à appliquer systématiquement des solutions existantes à des problèmes nouveaux. La liste de ces techniques est longue et repose sur des raisonnements différents (analogiques, systématiques, associatifs, psychologiques...). Chacune de ces techniques repose cependant sur un même principe : "quantity breeds quality : the more ideas people generate, the more creative ideas will be found among them." (Rietzschel, Nijstad, et al., 2007):933. En effet, de manière générale, les techniques de créativité postulent que toutes les idées ont la même probabilité d'être de « bonnes idées » : la performance d'une session de créativité est donc dépendante de la quantité d'idées émises.

³¹ TRIZ est l'acronyme russe 'Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch'

Un courant de recherche tente d'optimiser la qualité et la quantité des idées produites. (Von Hippel, 1986) propose depuis quelques années déjà de sélectionner des *lead users*, capable de détecter en avance les besoins futurs et de proposer des solutions adéquates³². Ces travaux, bien que très employés en marketing, s'inscrivent également dans le courant de la sociologie des usages (Boullier, 1997) et de la conception participative scandinave où il s'agit d'impliquer le plus en amont possible l'utilisateur (cf. Figure 10).



Figure 10. Conception participative d'architecture chez les Inuits en 1976 (Zrudlo, 1976)

Des chercheurs ont aussi, par exemple, cherché à comprendre pourquoi la quantité d'idées émises était plus faible en créativité collective qu'en créativité individuelle (Diehl et Stroebe, 1987). Des raisons sociales ont été évoquées (problème de censure, temps d'attente pour émettre les idées, comportement de « passagers clandestins » ...) et de nouvelles parades ont été proposées (electronic brainstorming (Gallupe, Dennis, et al., 1992), rôle stratégique du facilitateurs, mixage des expertises...). Enfin, d'un point de vue cognitif, les chercheurs ont remarqué certains biais nommés *fixation effect* (Purcell et Gero, 1996) qui contraignent les personnes à se focaliser sur certaines idées plutôt que sur d'autres.

- faciliter l'évaluation des idées : La production massive d'idées demande donc par la suite de trouver des moyens de faire converger le processus en filtrant ces idées malgré les fortes incertitudes présentes durant le *fuzzy front end* (absence d'artefacts, incertitude marché/technologies, temps d'évaluation parfois court...). Une nouvelle fois, de

³² “Lead users are users whose present strong needs will become general in a marketplace months or years in the future. Since lead users are familiar with conditions which lie in the future for most others, they can serve as a need-forecasting laboratory for marketing research. Moreover, since lead users often attempt to fill the need they experience, they can provide new product concept and design data as well” (Von Hippel, 1986):791

nombreuses méthodologies d'évaluation ont été proposées s'adressant à la fois aux clients et utilisateurs potentiels (focus group, estimation de la propension à l'achat...) ou à des experts (décision multicritères, opinion d'experts, ...) (Ozer, 1999). L'outil "Consensual Assessment Technique" proposé par (Amabile, 1982) semble notamment trouver un écho favorable dans la littérature. Celui-ci propose un dispositif particulier permettant de traiter efficacement les questions de subjectivité en évaluation.

La mesure de la performance de ces outils reste cependant insuffisante et peu d'études se donnent pour but d'évaluer ces outils d'évaluation. La question renvoie notamment à la question de la connaissance, une évaluation étant dépendante de la connaissance de l'évaluateur ; certaines recherches montrent que des utilisateurs ne peuvent pas évaluer car ils n'ont pas les repères et connaissances nécessaires. Dans cette perspective, (Elmquist et Segrestin, 2007) remettent en cause le système d'évaluation classique des idées avec des critères stabilisés³³ et proposent de considérer l'évaluation comme un processus de conception en tant que tel où il serait préalablement question de concevoir ses critères d'évaluation.

- Détecter les opportunités de l'environnement : Dans les étapes amonts, certains instruments ont pour but de détecter ou d'anticiper des opportunités issues de l'environnement : il s'agit par exemple de capter de nouvelles technologies (système de veilles technologiques, de recherche de brevets...), de capter de nouveaux marchés (veilles marketing...) ou besoins clients (méthode Kano (Ben Rejeb, 2008, Kano, Seraku, et al., 1984)...). A ce titre, la méthode des scénarios ou encore la matrice SWOT sont fréquemment utilisées comme moyen prospectif pour saisir les signaux et construire une vision réaliste et partagée du futur (Godet, 2000).

³³ On retrouve cette activité sous le nom de *scouting process*, activités fortement présentes en recherche pharmaceutique.

2.2.3. Quelques limites et écueils du modèle de management de la créativité

Bien qu'il semble incontestable que l'innovation d'une entreprise dépende des capacités de création et d'imagination des individus, la littérature sur le management de créativité ainsi que ses pratiques ne permettent pas selon nous de comprendre totalement l'innovation. D'un point de vue pratique, une première critique qui peut être faite est que toute idée n'est pas forcément traduite en projet d'innovation et en succès commercial. (Akrich, Callon, et al., 1988) ont montré que l'innovation était une affaire collective où s'entremêlent des intérêts collectifs, où il était notamment question d'intéresser les parties prenantes et de trouver les bons porte-paroles. Nous rejoignons ici (Levitt, 2002) qui intitule un article : "creativity is not enough". Selon lui, la littérature sur l'innovation insiste trop sur la flexibilité, la liberté, l'informalité et l'auteur souligne l'importance de l'exécution et du sens pratique. Selon lui, "the worst thing a company can do is put innovation into the hands of "creative type"- those compulsive idea generators whose distaste for the mundane realities of organizational life renders them incapable of executing any real project" (Ibid., p137).

D'un point de vue plus théorique, tout n'est pas clair non plus. D'où naissent les idées ? Par ailleurs, alors que des recherches ont montré que la créativité dépend des connaissances mobilisées (Rietzschel, Nijstad, et al., 2007), les modèles théoriques ne montrent pas comment ces deux dimensions se nourrissent mutuellement. La créativité semble échapper à toutes les tentatives de modélisation et de compréhension.

La dernière section de ce chapitre reprendra très succinctement les limites des deux paradigmes évoqués précédemment et nous afficherons notre position pour accéder à une compréhension plus fondamentale de l'innovation.

3. Comprendre l'innovation par les raisonnements de conception

3.1. Synthèse des deux paradigmes : création et savoir

Premièrement, nous venons de voir que l'innovation serait le fruit d'une production de connaissances scientifiques massives. Dans ce paradigme, découverte scientifique et innovation ne font qu'un. Une limite majeure est la maîtrise des ressources : l'innovation peut vite devenir très coûteuse si la connaissance est accumulée en permanence et que sa réutilisation n'est pas organisée. En tant que telle, la génération de connaissances ne pose pas véritablement de problème, la difficulté réside plutôt à pouvoir détecter les connaissances manquantes qui seront utiles. De plus, il faut aussi savoir comment organiser ces bases de connaissances. D'un point de vue plus théorique, nous pouvons nous demander s'il existe une logique particulière pour organiser convenablement cette masse de connaissances.

Ensuite, nous avons vu un second paradigme où l'innovation serait l'apanage de la créativité : il serait question de laisser une forte autonomie d'action aux acteurs et d'établir des organisations suffisamment flexibles pour qu'elles soient capables de défricher seules de nouveaux terrains. Ici, l'accent est mis sur la production d'idées ou sur des mécanismes permettant de détecter les bonnes idées. A l'évidence, le point faible de ce type de modèle est que toute idée n'aboutit pas forcément sur des projets commerciaux réussis. D'un point de vue plus théorique, alors que des éléments précieux nous sont apportés pour comprendre comment s'organiser pour produire des idées, la littérature est bien moins prolifique pour expliquer formellement le phénomène de création. La créativité semble ne pas pouvoir se modéliser, et apparaîtrait plutôt comme quelque chose d'insaisissable pour les chercheurs.

L'innovation vue comme ...	Quelques écueils et limites
...le résultat de la recherche	Comment identifier les connaissances pertinentes à développer afin de limiter les coûts massifs de production de connaissances ? Sur quelle logique théorique doit-on organiser les bases de connaissances ? ...
...le résultat de la créativité	Comment transformer des idées prometteuses en projets industriels réussis ? Quels sont les liens entre création et savoir ? Comment évaluer une idée sans disposer de la connaissance pour en juger ? ...

Tableau 7. Synthèse des deux paradigmes de l'innovation

3.2. Etudier l'innovation par l'activité de conception : l'enjeu des raisonnements de conception

Malgré les efforts des chercheurs, il ne semble pas exister aujourd'hui de consensus fort sur les formes organisationnelles idéales permettant de mener à bien des innovations : celles-ci sont encore aujourd'hui fortement déstabilisées lorsqu'il s'agit de transformer l'identité des objets. Face à ce contexte particulier auquel est confrontée l'entreprise contemporaine, les cadres théoriques pour décrypter les mécanismes d'innovation doivent être renouvelés afin, par la suite, de pouvoir façonner de nouveaux outils et configurations organisationnelles. Comme l'indique (Segrestin, 2008) : « l'étude des produits ou des structures organisationnelles est insuffisante pour comprendre les mécanismes d'innovation. » (p.7). Malgré le caractère limité de ces approches pour comprendre pleinement l'innovation, celles-ci nous renseignent cependant sur certaines facettes qu'il est nécessaire d'intégrer dans ces nouveaux cadres théoriques : nous devons percevoir clairement les liens entre les actes de création, la génération de connaissances ou les relations entre acteurs. Il ne s'agit pas de prendre ces facettes de manière indépendante mais bien au contraire, nous sommes à la recherche d'un cadre unificateur ! **Au final, comprendre l'innovation revient à s'intéresser aux activités créatives et collectives durant lesquelles ces connaissances sont façonnées et partagées. Pour cela, nous nous intéresserons fondamentalement à une activité particulière : l'activité de conception.** La conception est ici perçue comme l'activité essentielle du processus d'innovation ; ce sont les capacités de conception qui permettront aux entreprises de générer rapidement des produits fortement innovants. S'inscrivant dans la lignée des travaux des sciences de conception, les chercheurs du Centre de Gestion Scientifique des Mines de Paris (CGS) ont proposé d'étudier les activités de conception par l'étude d'un objet particulier : *les raisonnements de conception*. Ces travaux, d'une grande fécondité, font l'hypothèse que la compréhension des dynamiques des (nouveaux) produits, des relations et des connaissances n'est possible qu'en étudiant les raisonnements des concepteurs. Pour cela une théorie a été développée : la théorie C-K (Hatchuel, 2001, Hatchuel et Weil, 2002a, Hatchuel et Weil, 2003). Dans cette thèse, nous nous placerons dans cette perspective et le chapitre suivant visera à détailler la littérature sur les sciences de conception et de montrer comment la théorie C-K permet d'interpréter une grande partie des concepts développés dans cette section (créativité, production de connaissances, identité des produits, capacité d'absorption ...).

CONCLUSION ET RESUME DU CHAPITRE III

Dans ce chapitre nous avons présenté la littérature sur le management de l'innovation en ciblant deux grands paradigmes : l'innovation serait le résultat d'un processus de créativité réussi ou d'une production importante de connaissances ou bien d'une rationalisation des projets de conception de nouveaux produits. Nous avons montré que ces deux paradigmes, pris séparément, semblaient insuffisants pour soutenir les enjeux fixés par l'innovation intensive. En effet, par exemple, pour le management de la créativité, nous remarquons que toute idée, aussi pertinente soit elle, n'aboutit pas systématiquement par un succès commercial. D'un point de vue plus théorique, la littérature sur la créativité montre aussi ses limites pour expliquer ce qu'est l'innovation et quelles sont ces mécanismes fondamentaux. Alors que les liens entre savoir et création semblent profonds, les cadres théoriques manquent pour comprendre comment fonctionnent ces deux composantes, l'acte de création semble échapper à toute tentative de modélisation.

Après avoir justifié le fait que l'innovation nécessite un cadre théorique général, nous avons précisé nos intentions. Selon nous, comprendre l'innovation nécessite de comprendre une activité essentielle : l'activité de conception. Parallèlement aux recherches sur l'organisation de l'innovation, un courant de recherche particulier se détache de ces préoccupations managériales pour étudier finement l'activité de conception et proposer une science de la conception. Cette science de conception esquissée par (Simon, 2004) permettra notamment de faire le lien entre les deux paradigmes précédents et de faire un pont entre les deux grandes disciplines mobilisées dans cette thèse, à savoir les sciences de l'ingénieur et les sciences de gestion.

Le chapitre suivant propose un état de l'art de la littérature sur les sciences de conception ; nous justifierons notamment l'intérêt que nous portons sur une théorie de conception récente qui permet de saisir aussi bien les aspects de création que de production d'idées : la théorie C-K (Hatchuel, 2001, Hatchuel et Weil, 2002a, Hatchuel et Weil, 2003).

CHAPITRE IV. DES RAISONNEMENTS DE CONCEPTION AUX CO-RAISONNEMENTS DE CONCEPTION

INTRODUCTION ET ORGANISATION DU CHAPITRE IV

Dans le chapitre précédent, nous avons montré que les chercheurs et praticiens focalisent leur attention sur deux principales dimensions : le management de la Recherche et les questions de l'enjeu du savoir dans l'innovation et le management de la créativité avec les problématiques liées à la production d'idées nouvelles et de formes organisationnelles flexibles et ouvertes. Malgré l'intérêt de ces deux dimensions, nous avons montré qu'il était nécessaire de les investiguer simultanément et justifié notre recours aux sciences de conception.

Ce chapitre est décomposé en trois sections.

Dans ce chapitre, nous présenterons un état de l'art des sciences de conception. Nous présenterons les grandes figures de ce courant de recherche avec notamment le paradigme de la résolution de problème de Simon et le principe de mapping fonction/attributs.

Ensuite, nous introduirons plus longuement la théorie C-K et montrerons en quoi cette théorie se détache du paradigme de Simon (rationalité limitée vs rationalité expansive) et permet d'éviter des hypothèses restrictives des théories de conception actuelles. La théorie C-K sera notre cadre conceptuel de référence dans la suite de notre document. Nous verrons que cette théorie est un modèle formel de conception d'une fécondité remarquable, et que bien que très récente (début des années 200), cette théorie offre des perspectives de recherches intéressantes. La théorie C-K nous permettra également de rendre lisible théoriquement les liens entre la dimension relative à la production de connaissances et à la production des idées que nous avons évoqué largement dans le chapitre III.

Enfin, nous concluons en précisant la manière dont nous aurons recours à la théorie C-K dans nos travaux de recherche. Nous mobiliserons la théorie C-K dans un contexte de partenariat de conception interfirmes, ce qui nous permettra de faire la transition vers une revue de la littérature sur les coopérations inter firmes en innovation (chapitre V).

PARTIE 1- DECRYPTER ET INSTRUMENTER LES PARTENARIATS D'EXPLORATION PAR LES THEORIES DE CONCEPTION		
CHAPITRE III. L'INNOVATION: UN CONCEPT MALLEABLE ET ENIGMATIQUE EN CRISE DE REPERE THEORIQUE ACTIONNABLE	CHAPITRE IV. DES RAISONNEMENTS DE CONCEPTION AUX CO-RAISONNEMENTS DE CONCEPTION	CHAPITRE V. COMPRENDRE LES PARTENARIATS D'EXPLORATION POUR MIEUX LES OUTILLER

Articulation du chapitre IV dans la partie 1

CHAPITRE IV. DES RAISONNEMENTS DE CONCEPTION AUX CO-RAISONNEMENTS DE CONCEPTION
1. Les Sciences de Conception
1.1. Introduction aux théories de conception
1.2. Présentation de quelques théories et méthodes de conception
2. La Théorie de conception C-K
2.1. Critiques des théories de conception existantes et prémisses de la théorie C-K : de la «rationalité limitée» à la «rationalité expansible»
2.2. Le formalisme C-K
2.3. Quelques exemples de modélisations par la théorie C-K
3. De la compréhension des raisonnements de conception aux co-raisonnements de conception
3.1. Panorama des travaux sur la théorie C-K
3.2. Notre perspective : la théorie C-K pour décrypter et instrumenter les partenariats de conception interentreprises
CONCLUSION ET RESUME DU CHAPITRE IV

Sommaire du chapitre IV

1. Les Sciences de Conception

1.1. Introduction aux théories de conception

L'activité de conception fait depuis longtemps l'objet d'un effort de théorisation³⁴, récemment, une attention accrue s'est portée sur ce courant de recherche. Dans son célèbre ouvrage The Sciences of the Artificial, (Simon, 2004) est le premier à esquisser les contours d'une science spécifique à la conception. Il regrette le peu de place accordé aux sciences de l'artificiel, c'est à dire à ce qui est fait par l'homme, comparativement aux sciences naturelles : « alors que s'affirme le rôle décisif de la conception dans toute activité professionnelle, les sciences naturelles [...] ont presque complètement éliminé les sciences de l'artificiel du programme des écoles formant des professionnels » (Ibid., p201, édition française 2004) et propose d'étudier les théories permettant de rendre compte des mécanismes fondamentaux de l'acte de conception.

Mais que doit recouvrir une théorie de conception ? Quels éléments sont à prendre en compte ? Sans aucune prétention d'exhaustivité, nous proposons de donner quelques pistes de réponses en reprenant deux grands critères d'évaluation d'une théorie scientifique³⁵ :

- Un cadre de compréhension généralisable : Un premier critère est le pouvoir de généralisation : les théories de conception doivent permettre d'expliquer un grand nombre de cas de conception. Sur ce point, la définition de la conception proposée par Simon est intéressante : « Les ingénieurs ne sont pas les seuls concepteurs professionnels. Quiconque imagine quelque disposition visant à changer une situation existante en une situation préférée est concepteur. » (Ibid., p201, édition française 2004). Nous voyons bien ici que la conception n'est pas restreinte à la conception de matérialités ; une théorie de conception doit offrir un cadre de compréhension universel permettant d'englober des activités très différentes (organiser une séance de travail, concevoir une fusée, planifier une nouvelle offre ...).
- Un cadre théorique réfutable : Selon (Laveault, 1997), « une théorie est un ensemble de propositions servant à unifier de façon logique des concepts afin d'expliquer et d'interpréter certains aspects de la réalité dont l'on cherche à rendre compte ». Les

³⁴ Parmi les précurseurs, nous pouvons citer notamment Marcus Vitruvius Polo (I^{er} siècle avant JC) qui proposa l'un des premiers traités d'architecture, De Architectura.

³⁵ Ici, nous n'aborderons donc pas d'autres critères comme la validité interne (cohérence du raisonnement, démonstration...), la "simplicité" d'une théorie pour expliquer un événement ou encore son degré d'ouverture...

théories de conception doivent donc pouvoir être confrontées à la réalité. Pour cela, elles doivent donc *a minima* expliquer un certain nombre de propriétés observables aujourd'hui. Pour des raisons de concision nous en retiendrons deux :

- La conception est un processus fini : Cette propriété a deux conséquences majeures pour nous. Premièrement, toute théorie de conception doit rendre compte du début et de la fin du processus. Deuxièmement, la théorie doit pouvoir donner une description de l'objet (Braha et Reich, 2003):185 à tout moment de la conception, qu'il s'agisse d'objets intermédiaires ou de l'objet final. Ces deux conditions nécessitent donc que les théories de conception puissent modéliser l'objet au fur et à mesure de sa conception.
- La conception n'est pas la production : Pour (Baldwin et Clark, 2000):30 par exemple, la production est précédée par la conception : lorsque la description finale de l'objet est donnée, la conception est achevée et l'objet est prêt à être produit pour ensuite être utilisé. Ce que nous retiendrons ici c'est qu'en conception, toutes les entités du produit (fonctions, attributs..) ne sont pas parfaitement connues. Pour passer de cet état d'inconnu à cet état de connu, les concepteurs vont devoir produire des nouvelles connaissances, utiliser de la connaissance existante et faire preuve de créativité. Ces trois éléments doivent être pris en compte dans une théorie de conception.

1.2. Présentation de quelques théories et méthodes de conception

Face à la profusion³⁶ et la diversité des théories et méthodes³⁷ de conception auxquelles la littérature fait référence, nous présenterons succinctement un panorama de celles qui nous semblent être les plus usitées dans le monde de l'ingénierie de conception de produits nouveaux³⁸ et qui satisfont le mieux les critères cités précédemment (cf. Tableau 8). Tout d'abord, nous introduirons les travaux fondateurs de Simon. Suite à cela, nous verrons que ceux-ci ont engendré chez les ingénieurs une multitude de modèles de conception basés sur un principe de mapping entre fonctions et structures.

³⁶ Dans son livre "How-do you design ?", Dubberly recense plus de 100 modèles de conception : http://www.dubberly.com/wp-content/uploads/2008/06/ddo_designprocess.pdf (dernier accès : juillet 2009)

³⁷ Dans cette thèse, bien que la différence soit parfois très subjective, nous emploierons le terme de modèle pour désigner les théories normatives et nous garderons le terme de théorie pour référer aux théories les plus descriptives et/ou explicatives.

³⁸ Pour des raisons de clarté, nous aborderons les modèles de "conception située" proposés principalement par les sociologues à la fin de ce chapitre.

Le tableau suivant résume les cinq principaux modèles que nous aborderons :

Principaux modèles et théories de conception présentés
- Paradigme de la résolution de problème (Simon, 2004) (3ème édition)
- La conception systématique (Pahl et Beitz, 2007)
- L'Axiomatic Design (Suh, 2001)
- Le modèle FBS (Gero, 1994)
- Le Coupled Design Process (Braha et Reich, 2003)

Tableau 8. Principaux modèles et théories de conception présentés

1.2.1. Le paradigme Simonien de la résolution de problème

Selon Simon, tout projet de conception relève d'une démarche de *problem solving* consistant à décomposer un problème plus ou moins bien structuré en plusieurs sous-problèmes (Marples, 1960) afin d'y appliquer ensuite des théories de l'utilité et de décision statistique (cf. Figure 11).

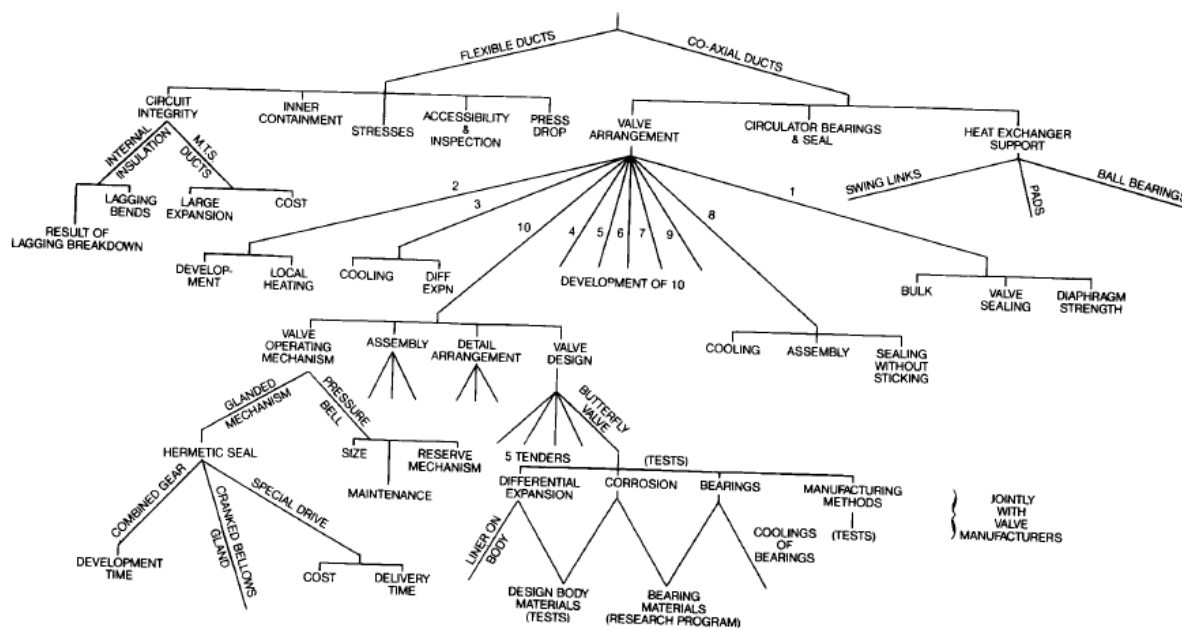


Figure 11. Représentation de la conception d'une canalisation par un arbre de conception selon Marples citée par (Clark, 1985):242

Simon introduit le terme de *rationalité limitée*³⁹ des individus pour désigner le fait que face à un problème les concepteurs ne peuvent pas (toujours) prendre les meilleures alternatives, ils ont :

³⁹ En introduisant le terme de rationalité limitée, l'auteur s'oppose à la théorie néo-classique de l'homo-oeconomicus qui stipule entre autres que l'homme est capable d'ordonner et maximiser ses actions - voir (Forest et Mehier, 2001) pour une revue plus détaillée du concept de rationalité limitée chez Commons et Simon.

- une connaissance limitée et imparfaite : "we know only an infinitesimal fraction of the thing we need to know, the things that are relevant for arriving at an optimal design." (Simon, 1995a):247-248
- des capacités cognitives limitées : "our computational powers allow us to compute only a few of the innumerable implications of the things we do know." (Simon, 1995a):248
- un défaut d'attention : "we may have a vast amount of information potentially at our disposal, but only a small fragment of it can be in our focus of attention at any one moment." (Simon, 1995a):248

De ce fait, à défaut de pouvoir accéder facilement à des solutions optimales, les concepteurs vont choisir les alternatives les plus satisfaisantes⁴⁰. Selon Simon, face à des problèmes complexes, qui mêlent un grand nombre de paramètres et d'interactions, les concepteurs vont prendre des décisions de manière rationnelle, en suivant des procédures qu'il est possible d'observer et de modéliser. La conception est selon lui, un processus de décision sous contraintes (contraintes contingentes, contraintes cognitives...), il s'agit d'une activité de synthèse en opposition à celle de l'analyse : "In analysis, the final design is given, and the question to be answered is: what design or designs will satisfy these goals and constraints ? [...] designing is satisficing, finding an acceptable solution." (Simon, 1995a):246. Cette vision de la conception comme une activité de recherche de solutions, de *search*, reste une vision paradigmatique forte dans la littérature sur la conception (génie industriel, intelligence artificielle...). Au fur et à mesure de la recherche de solutions, le concepteur va modifier dynamiquement son problème : il est dit alors que solutions et problèmes co-évoluent (De Terssac et Friedberg, 1996). Pour Simon, la conception est un processus de traitement de l'information qui vise à gérer simultanément la formulation du problème, la découverte du problème et la résolution de problème (Simon, 1995a): 251.

Dans la même lignée que le modèle « Renseignement-Conception-Choix » de Simon, nous pouvons citer celui d'Asimow (1962) « Analyse-Synthèse-Evaluation », celui de Jones (1970) « Divergence-Transformation-Convergence » ou encore celui d'Urban et Hauser (1980) « Identification d'opportunité-Conception-Test ». Généralement, ces trois étapes sont représentées de manière cyclique, à chaque cycle, le processus de conception étant raffiné.

⁴⁰ "Nous obtenons un satisfecit en recherchant parmi les actions celle que nous pourrions généralement tenir pour acceptables après une enquête d'une durée modérée" (Simon, 2004): 217

1.2.2. La conception ingénierique : un mapping dynamique entre fonctions et structure

Dans le prolongement du paradigme du problème solving, les ingénieurs ont proposé de décrire la conception comme un mapping entre des problèmes à résoudre exprimés en terme de fonctions désirées d'un produit et des solutions possibles représentées par les attributs composant la structure du produit.

1.2.2.1. La conception systématique allemande de Pahl et Beitz

En 1977, Pahl et Beitz proposent un traité adressé spécifiquement aux ingénieurs pour concevoir de nouveaux produits de manière systématique (cf. Figure 12). Ce modèle de conception propose un modèle génératif⁴¹ de la conception permettant de produire des produits plus rapidement, moins cher et de manière plus adapté au moyen de production. Le processus de conception est découpé en quatre phases :

- (phase 1) Product planning and clarifying the task : cette phase initiale consiste en une collecte de données sur des besoins utilisateurs, l'émergence des premières idées de produit et la rédaction d'un cahier des charges.
- (phase 2) Conceptual design : cette étape d'abstraction sert à trouver les problèmes essentiels, d'établir les structures fonctionnelles et les concepts à développer.
- (phase 3) Embodiment design : il s'agit d'une phase de conception détaillée où l'objectif est de produire les plans, les spécifications techniques et économiques permettant de répondre au(x) concept(s) sélectionné(s).
- (phase 4) Detail design : phase finale où l'on conçoit les spécifications pour produire industriellement le produit.

⁴¹ Le terme génératif, relatif à la génération, est à associer à l'ensemble des connaissances permettant d'engendrer une action et de la reproduire. (Le Masson, Weil, et al., 2006):213 définissent un modèle génératif comme "un ensemble de connaissances (règles mais aussi dispositifs techniques et organisationnels), pouvant mobiliser de façon ordonnée et orientée plusieurs modèles conceptuels ou des briques de connaissance hétérogènes, afin de structurer un processus de conception répétée et convergente".

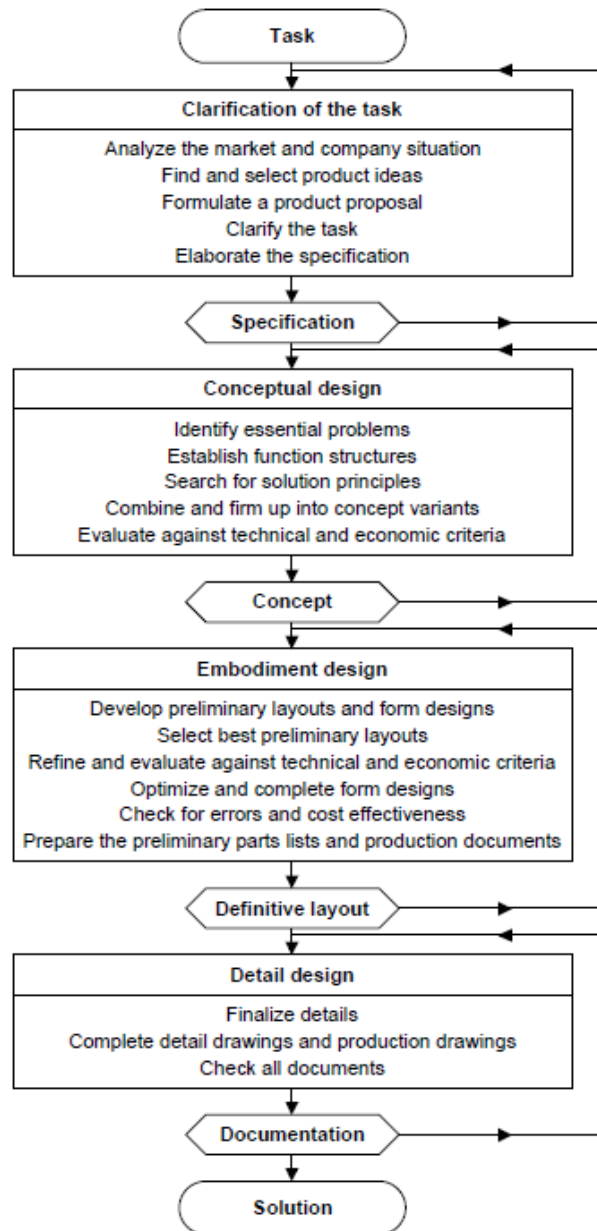


Figure 12. Les différentes étapes du modèle de conception de Pahl et Beitz tiré de (Malmqvist, Axelsson, et al., 1996)

Le modèle proposé par Pahl et Beitz, largement diffusé, a encore aujourd'hui une profonde influence sur la manière d'enseigner la conception dans les écoles (d'ingénieur) et de pratiquer la conception en entreprise (la norme allemande VDI-Richtlinie 2221 peut en témoigner). Selon (Hatchuel, Le Masson, et al., 2005), la conception systématique permet de domestiquer la conception ; suivre ces quatre phases permet une rationalisation forte de l'organisation de la conception en entreprise, elle permet de « paramétrer » la conception et offre un langage précis permettant aux acteurs de diviser le travail et de se coordonner.

Bien qu'il soit fréquemment l'objet de multiples raffinages (Aoussat, 1990, Perrin, 2001), ce modèle reste cependant très peu remis en cause. Quelques auteurs le contestent cependant, lui reprochant d'être *normatif* et de ne pas réellement rendre compte des mécanismes fins de conception (Blessing, 1995, Stempfle et Badke-Schaub, 2002). La capacité de ce modèle à générer et expliquer l'innovation est notamment contestée. Etrangement, la créativité est ici réduite aux premières phases de conception (phase 1 et 2) et l'on ne saisit pas les liens entre ce qui est appris par le concepteur et ce qu'il peut imaginer. Enfin, la distinction en étape est critiquable dans le sens où il peut apparaître parfois un recouvrement entre les phases, c'est notamment ce qui pousse (Hatchuel et Weil, 2003):3 à affirmer : "there are no universal stages in design".

1.2.2.2. La conception axiomatique de Nam P. Suh

Reprochant au modèle de conception systématique de ne pas donner les moyens aux concepteurs de mesurer la performance des solutions, le chercheur du MIT Nam P. SUH propose une théorie de l'évaluation de la conception : l'Axiomatic Design (Suh, 1990, Suh, 1998, Suh, 2001). L'Axiomatic Design représente la conception comme un matrice entre les fonctions/contraintes d'un produit (Functional Requirements : FR) et les paramètres de conception (Design Parameters : DP) : $\{FRs\} = [A]\{DPs\}$. Il énonce ensuite deux grands principes à respecter pour atteindre une « bonne » conception:

- l'axiome d'indépendance qui postule que pour atteindre une « bonne » conception, il est nécessaire de diagonaliser (ou triangulariser) la matrice [A], afin que chaque FR soit associé au minimum de DPs possibles⁴². De ce fait, un changement de FRs n'affectera qu'un ensemble limité de DPs et inversement.
- l'axiome d'informations qui insiste sur le fait que le produit à concevoir doit nécessiter le moins d'informations possibles pour pouvoir être utilisé⁴³.

Représenter la conception comme un mapping entre des FRs et DPs est largement utilisé dans la littérature en ingénierie des systèmes, notamment (Steward, 1981) qui représente l'architecture d'un produit par le *design structure matrix* et (Ulrich et Eppinger, 2003):334 qui l'appliqueront ensuite pour faciliter les coopérations inter-métiers en décomposant les tâches d'un projet de développement.

⁴² "Independence axiom states that the independence of FRs must always be maintained, where FRs are defined as the minimum number of independent functional requirements that characterize the design goals." (Suh, 1998):205

⁴³ "Minimize the information content" (Suh, 1998):206

1.2.2.3. Le modèle *Function-Behavior-Structure de Gero*

En intelligence artificielle, (Gero, 1990, Gero, 1994) et ses collaborateurs proposent de concevoir des assistants informatiques de conception. Pour cela, il représente la conception par le modèle F-B-S (cf. Figure 13). Selon lui, la conception débute par la formalisation de fonctions (F) pour aboutir à une description de produit (D) dont les composants sont en interaction dans une structure (S). Durant le processus de conception, le concepteur va se donner une représentation du comportement que l'objet devra atteindre (B_e , processus 1) et va essayer de donner une forme à son objet (processus 2). Ensuite, le concepteur va analyser son artefact (processus 3). En évaluant (processus 4) le comportement réel (B_s) avec le comportement idéal, le concepteur va pouvoir opérer différentes modifications sur S , B_e ou F (processus 5-6-7). Lorsque le concepteur aura obtenu satisfaction sur ces processus, la description D sera produite.

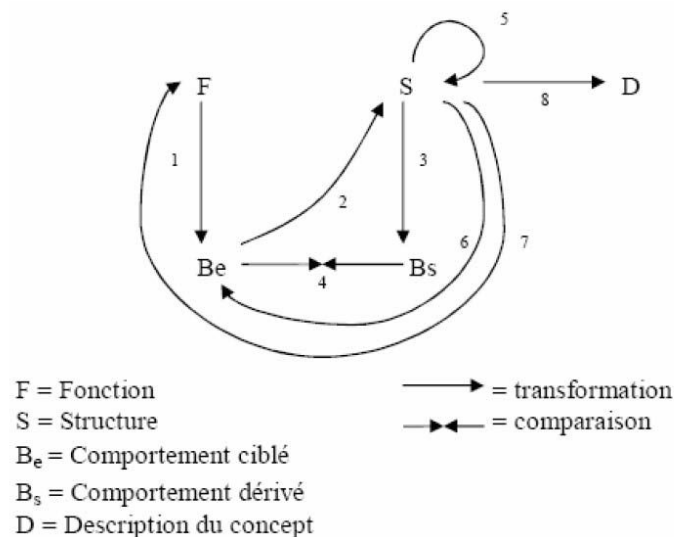


Figure 13. Le modèle F-B-S (Gero, 1990) (tiré de (Kazakçi, 2007):23)

1.2.2.4. Le *Coupled Design Process de Braha et Reich*

Dans un esprit similaire, (Braha et Reich, 2003) proposent une autre théorie de conception : le Coupled Design Process⁴⁴. Dans cette théorie, les auteurs supposent qu'un concepteur commence son activité à partir d'une description sommaire du produit ($\langle f_0, d_0 \rangle$) composée de fonctions à satisfaire (f) et d'attributs structurels (d). La description initiale va d'abord être affinée du point de vue fonctionnel, ensuite, une opération de synthèse va permettre de préciser les attributs adéquats permettant de satisfaire les fonctions générées (cf. Figure 14).

⁴⁴ Cette théorie est notamment basée sur la General Design Theory de (Yoshikawa, 1981), cette dernière étant, d'après Braha et Reich, moins générale que le Coupled Design Process. Nous ne discuterons pas ce point dans ce document.

Pour expliquer les transitions entre chaque couple intermédiaire $\langle f_i, d_i \rangle$, les auteurs font l'hypothèse que les fonctions et les attributs appartiennent à une structure topologique particulière basée sur la notion de *closure space*. Tout comme les attributs, les fonctions initiales font partie d'une liste de fonctions⁴⁵ qui peuvent-être ordonnées de manière à ce qu'il soit possible, pour chaque fonction f_i , de générer f_{i+1} : "Let $\langle f_i, d_i \rangle$ be all the information (at any stage of the solution process) about the problem being solved, where f_i and d_i are the current functional and structural descriptions, respectively. By utilizing a backward chaining inference mechanism (also called abduction), a new design description $\langle f_{i+1}, d_{i+1} \rangle$ is obtained. The descriptions $\langle f_i, d_i \rangle$ and $\langle f_{i+1}, d_{i+1} \rangle$ are related via the logical formula $\langle f_{i+1}, d_{i+1} \rangle \rightarrow \langle f_i, d_i \rangle$, where $\langle f_{i+1}, d_{i+1} \rangle$ is referred to as the antecedent and $\langle f_i, d_i \rangle$ as the consequent" (Braha et Reich, 2003):194. De ce point de vue, la conception est considérée comme une heuristique visant à appliquer systématiquement des règles abductives permettant d'affiner les spécifications fonctionnelles et les attributs du produit.

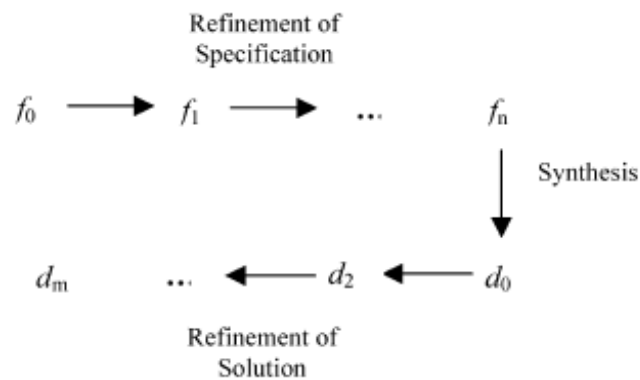


Figure 14. Evolution des espaces de fonctions et d'attributs

⁴⁵ Cette liste peut être plus ou moins longue selon les connaissances du concepteur.

2. La Théorie de conception C-K

Nous présenterons dans cette partie les notions théoriques qui différencient la théorie C-K (Hatchuel, 2001, Hatchuel et Weil, 2002a, Hatchuel et Weil, 2003) des autres théories de conception vue précédemment, nous insisterons notamment sur la critique du concept de rationalité limitée et introduirons celui de rationalité expansible (Hatchuel, 2001). Dans un second temps, nous présenterons la théorie C-K et son formalisme et proposerons quelques exemples illustratifs.

2.1. Critiques des théories de conception existantes et prémisses de la théorie C-K : de la « rationalité limitée » à la « rationalité expansible »

Comme nous l'avons souligné précédemment, selon (Simon, 2004), une théorie de conception est fondamentalement une théorie de résolution de problème : "When we study the process of design, we discover that design is problem-solving. If you have a basic theory of problem-solving then you are well on your way to a theory of Design" (Simon, 1995b) cité par (Hatchuel, 2001):263. Dans son article intitulé Towards Design Theory and Expandable Rationality : The Unfinished Program of Herbert Simon, Hatchuel démontre que la résolution de problèmes est un cas singulier d'une théorie de conception. Il montre principalement que la rationalité n'est pas seulement limitée comme l'attestait Simon mais aussi expansive. En effet, il démontre à travers deux exemples de la vie quotidienne (A : trouver un bon film à regarder, B : concevoir une surprise-partie sympa) que, si A contient toutes les particularités pour être résolu selon la théorie de décision de Simon⁴⁶, B ne peut l'être⁴⁷. A la différence de A, B admet des solutions infinies et indénombrables. Il n'est donc pas possible de choisir la solution la plus satisfaisante dans une liste : "Non-countable sets are infinitely expandable. So, the concept of a "party" is also infinitely expandable, while the concept of the "movies that we can see downtown" is not" (Ibid., p268).

B est un concept infiniment expansible, sa frontière n'admet pas de contour défini. Selon (Hatchuel et Weil, 1999), la stratégie de *search* de Simon voit l'acte de concevoir comme « une recherche d'aiguille dans une botte de foin », la conception est plutôt pour les auteurs « une

⁴⁶ "It is impossible to see all the movies in order to choose the best one (an absurd solution). There may exist competing objectives and tastes. Search strategies are needed. The meaning of "good" is vague and a satisficing criterion will be necessary. Computational costs will interact with the explored solutions : the group will not read all the movie reviews, nor will they phone all their friends that have recently been to the movies. Knowing strategies are required: do group 1 members trust the judgment of critics or do they discuss it ? Logics of discovery and exploration can also be adopted: like choosing the first movie made by a young and unknown director. Finally, expertise will be a powerful mean to orient the problem: some members of the group may know which movie has been selected or awarded in Cannes, Venice, or Berlin and will consider these facts as efficient "cues" " Simon cité par (Hatchuel, 2001).

⁴⁷ Selon Simon, ce type de problème serait un *ill-structured problem* qui nécessiterait d'être reformulé et de recourir à l'imagination. Au contraire, Hatchuel, montre que cette proposition sémantique est claire et qu'elle peut aboutir aussi bien à des solutions classiques qu'innovantes.

construction progressive de ce que l'on entend par botte de fois et aiguille » (cité par (Kazakçi, 2007):40). Cette notion d'expansion inhérente à l'activité de conception permet d'expliquer les phénomènes de création de connaissance et de génération d'objets nouveaux jusqu'alors ni pris en compte par Simon ni dans les modèles de conception ingénierique : "Moreover, dynamic mapping does not capture the main operations involved in design situations where new objects have to be generated." (Hatchuel et Weil, 2008a):183. Par exemple chez (Braha et Reich, 2003), la notion de *closure space* équivaut à considérer la conception comme des espaces où les objets ont une identité stabilisée : ces modèles sont donc très pertinent pour modéliser la conception lorsque celle-ci est stabilisée mais ils restent très limités pour rendre compte des phénomènes d'innovation en conception.

Dans la méthode dite de Branch & Bound qui est l'algorithme associé à la résolution du problème, l'ensemble des solutions est considéré comme complètement connu *ex-ante*, il suffit d'opérer des partitions en fixant des critères (ex. pour le problème A : le film doit pouvoir se lire sur un DVD)⁴⁸. Pour le problème B, les critères ne sont pas connus à l'avance mais ils restent à construire ! Il devient donc nécessaire d'utiliser un autre moyen que le Branch & Bound pour représenter la conception : c'est ce que la théorie C-K propose d'effectuer.

2.2. Le formalisme C-K

2.2.1. Abrégé de la théorie C-K

La théorie C-K (Hatchuel, 2001, Hatchuel et Weil, 2002a, Hatchuel et Weil, 2003) est une théorie du raisonnement de conception. Elle propose, à travers un formalisme basé sur la théorie des ensembles, de décrire la manière dont les concepteurs conçoivent. La théorie C-K modélise la conception comme la coévolution de deux espaces : l'espace des Concepts (C) et l'espace des connaissances (K pour Knowledge) (cf. Figure 15). Cette coévolution va être rendue possible par l'application de quatre opérateurs qui interagissent entre et dans les espaces ($C \rightarrow K$, $K \rightarrow C$, $K \rightarrow K$, $C \rightarrow C$). A l'ensemble représenté par le concept initial, des propriétés vont être ajoutées ou retranchées ; en langage Mathématiques, ces opérations vont partitionner l'ensemble initial. La nature des partitions effectuées (partition restrictives vs partitions expansives) va permettre de rendre compte du degré d'innovation du raisonnement de conception. En distinguant les espaces C et K et en démontrant l'expansibilité de ces deux espaces, la théorie C-K offre un pouvoir interprétatif et génératif qui permet d'éviter les hypothèses restrictives des théories existantes.

⁴⁸ Nous verrons plus loin que ceci est une partition restrictive qui ne change pas la définition des objets contrairement aux partitions expansives.

Selon la théorie C-K, la conception est le processus cognitif par lequel un concept va générer d'autres concepts et se transformer en connaissance.

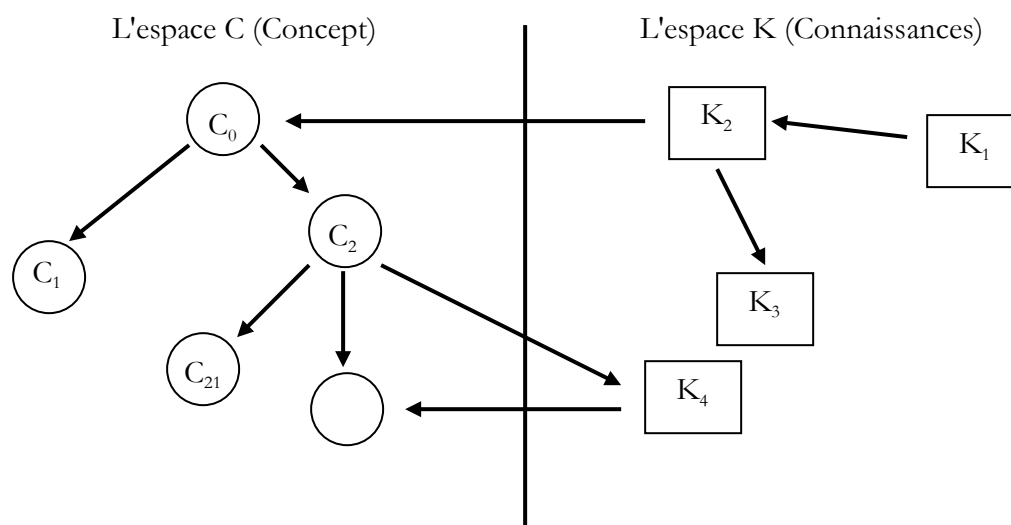


Figure 15. La théorie C-K (Hatchuel et Weil, 1999)

2.2.2. Des espaces de concept et de connaissances en expansion

La théorie C-K distingue deux espaces :

- l'espace K est un espace où les propositions ont un statut logique pour le concepteur. En logique mathématique, un statut logique signifie que la proposition est « vraie ou fausse ». L'espace des connaissances correspond donc à tout ce que le concepteur (ou le destinataire de la conception) est capable de déclarer comme vrai ou faux. Pour simplifier, l'espace K inclut toutes les connaissances disponibles du concepteur : des connaissances techniques (loi mécanique, réactions chimiques...), des connaissances marché (étude de marchés, produits concurrents, business model ...), des connaissances en usages, des connaissances juridiques (brevets, normes ...).
- à l'inverse, l'espace C est un espace où les propositions n'ont pas de statut logique dans K. Cela signifie que lorsqu'une telle proposition est formulée, il est impossible de prouver que cette proposition est vraie ou fausse dans K. Le concept n'est pas connu vis à vis des connaissances du concepteur. Par exemple, « une voiture sans roue » ou une « valise à clés » sont deux concepts car nous ne savons pas ce qu'ils sont⁴⁹. Les concepts sont composés de propriétés connues dans K ($p_1, p_2 \dots p_n$) mais qui, lorsqu'elles sont associées,

⁴⁹ Si le lecteur connaît une "valise à clés" ou une "voiture sans roue" alors ces propositions seront pour lui une connaissance.

ne sont plus connues par le concepteur. On dit que C est indécidable dans K. Un concept C est de la forme : il existe un objet x avec les propriétés $p_1, p_2; \dots p_n$ tel que C soit indécidable dans K⁵⁰. La théorie C-K est dite *K-relative* pour mentionner le fait que l'espace C est indissociable de l'espace K, l'espace C est défini par l'espace K. Cela signifie aussi que des espaces K différents peuvent conduire à des concepts différents...

Au cours de la conception, ces deux espaces vont « s'expansionner » : les concepteurs vont apprendre, activer de nouvelles connaissances (expansion de K) et dans le même temps, les concepteurs vont ajouter des attributs au concept (expansion de C).

2.2.3. Début de la conception : la disjonction

Alors que la plupart des modèles de conception admettent certaines difficultés à définir très clairement le début et la fin d'un processus de conception⁵¹, les auteurs de la théorie C-K proposent une définition plus rigoureuse et universelle de ces événements. Dans la théorie C-K, la conception commence par l'élaboration d'un concept. Un concept est formulé grâce à une disjonction, celle-ci correspond à l'opération allant de K vers C. Une disjonction est jugée en tant que telle si elle répond aux deux conditions suivantes :

- (1) les termes qui composent cette proposition appartiennent à l'espace K,
- (2) cette proposition n'a pas de statut logique dans K, sinon elle serait connaissance.

Si l'on reprend l'exemple de la « voiture sans roue » ou de la « valise à clés », ce sont deux concepts issus de disjonctions sémantiques, car, si chacun de ces termes pris isolément est bien connu et compréhensibles (condition (1)), leurs associations sémantiques leur confèrent un statut inconnu, nous ne connaissons pas *a priori* de telles choses (condition (2))⁵². Un concept peut être un objet couplé à une propriété expansive (« une voiture verte »), un oxymore (« voir l'invisible »), un phénomène à éviter (« rouler sans consommer ») ou encore un phénomène à créer (« transfert de matière sans transport »).

(Hatchuel et Weil, 2008b):125 insistent sur le caractère profondément différent d'un concept et d'un problème : « Comment débute un raisonnement de conception ? En posant un problème à

⁵⁰ La théorie C-K est basée sur des fondements mathématiques que nous n'aborderons pas dans cette thèse (Hatchuel, 2008, Hatchuel et Weil, 2007, Kazakçi, 2008).

⁵¹ "Usually, it is said that Design stops when the designer "meets" the specifications of the problem. Yet this means that specifications are propositions that can be "met": but how ? What is the accepted tolerance about such "meeting" ? All process oriented theories have to clarify what is viewed as "an end" of the design process."(Hatchuel et Weil, 2003):3

⁵² "Lorsque nous voulons organiser une "surprise-partie sympa", nous opérons implicitement une disjonction C-K: nous disons que nous savons ce qu'est une "surprise-partie", mais que nous n'en savons pas assez pour éviter un travail de conception." (Hatchuel et Weil, 2008b):125

résoudre ? Une telle formulation n'apporte aucune précision utile sur le raisonnement de conception. Ce qui fait la spécificité de ce raisonnement tient à ce que le « problème » suppose la formulation d'un concept, ce qui n'est pas le cas de la plupart des problèmes que nous rencontrons: si nous disons « je cherche mes clés et je ne sais pas où elles sont », nous avons un problème à résoudre sans énoncer aucun concept. Les clés dont nous parlons ne sont pas à concevoir et nous les reconnâtrons dès que nous les verrons. En revanche, si nous disons que nous voulons concevoir "des clés à facile à retrouver", nous formulons un concept. »

Un travail de conception commence lorsque l'on désire décrire un objet qui n'est pas complètement défini et dont on ne sait pas si son existence est possible ou pas. D'un point de vue pratique, c'est ce qui se passe lorsque l'on est confronté à un *brief*, à une idée, ou un cahier des charges incomplet.

2.2.4. Fin de la conception : la conjonction

Symétriquement à la disjonction ($K \rightarrow C$), nous avons l'opérateur de conjonction ($C \rightarrow K$) qui va transformer un concept en connaissance. Cette opération marque la fin d'un processus de conception. En fait lorsque nous savons ce qu'est une « valise à clés » ou une « voiture sans roue », notre conception s'achève. Autrement dit lorsque l'une proposition : « une valise à clés ayant les propriétés $P_1, P_2 \dots P_i \dots P_k$ » est vraie dans K . A noter que des conjonctions différentes d'un même concept peuvent être produites en partant d'un même concept initial. Par exemple, à partir du concept de « construction éphémère », notre processus de conception peut s'achever en considérant les châteaux de sable, les tentes, les hôtels de glace, comme des propositions acceptables (cf. Figure 16). Cela explique notamment le fait qu'à partir d'un même *brief*, deux designers peuvent produire des objets très différents.

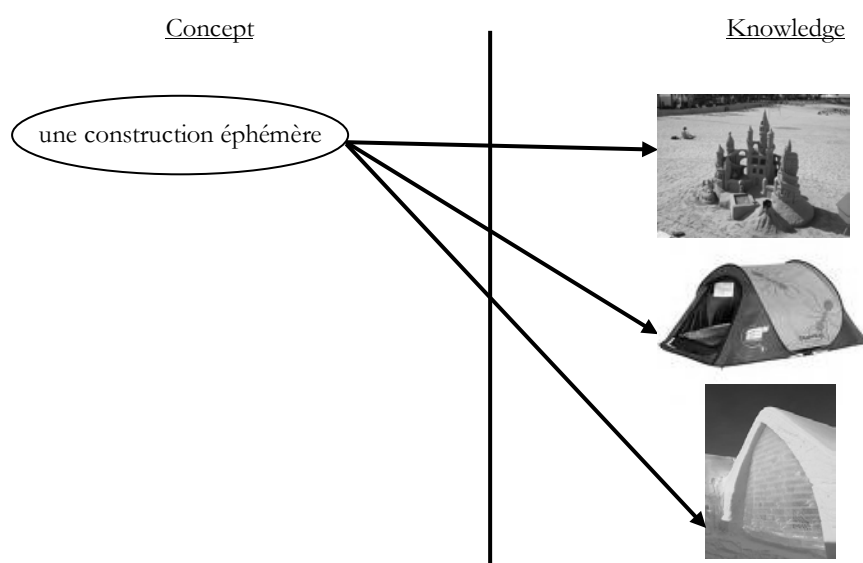


Figure 16. Différentes conjonctions pour un même concept

2.2.5. Interactions entre les espaces C et les espaces K

Cette coévolution entre l'espace C et l'espace K va être rendue possible par l'action de quatre opérateurs (cf. Figure 17) :

- $K \rightarrow C$: Cet opérateur ajoute (ou soustrait) des propriétés de l'espace K dans l'espace C, l'espace C est partitionné par K. Cet opérateur est nommé *disjonction sémantique*. C'est l'opérateur qui transforme une proposition avec un statut logique à une proposition sans statut logique. L'espace C est étendu par K, il s'agit de créer de l'inconnu à partir du connu.
- $C \rightarrow K$: Cet opérateur donne un statut logique à un concept. En d'autres termes, lorsque le concepteur est face à un concept comme « voiture sans roue » par exemple, celui-ci va activer ses connaissances pour réaliser véritablement un « voiture sans roue ». Cette production de connaissances vise à valider un concept, cela peut être prouvé par exemple par des expérimentations en laboratoire. L'espace de K est étendu par C.
- $C \rightarrow C$: Cet opérateur désigne la trace de l'objet en conception, c'est à dire la suite des propriétés qui le composent. C'est aussi cet opérateur qui permet de créer des concepts à partir d'autres concepts. C'est notamment ce que l'on fait lorsque l'on est en créativité et que l'on rebondit sur des idées.
- $K \rightarrow K$: cet opérateur correspond à la production de connaissances (nouvelles ou non pour le concepteur) à partir d'autres connaissances. Cette expansion est rendue possible par les inférences logiques telles que l'induction, la déduction, l'abduction...

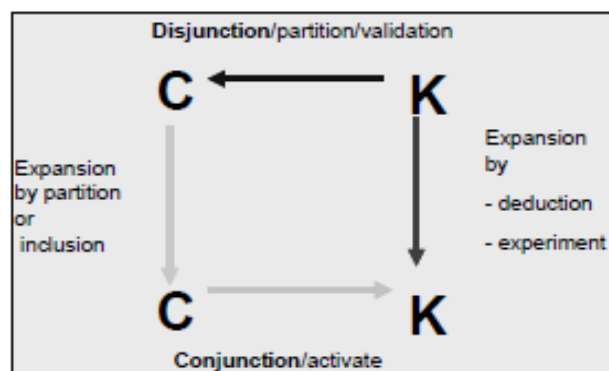


Figure 17. Les quatre opérateurs de la théorie C-K

A travers ces deux espaces en interaction, nous retrouvons formellement les deux paradigmes de l'innovation évoqués dans le chapitre III à savoir le management de la créativité représenté par l'espace C et le management de la Recherche explicité par l'espace K. Nous voyons bien ici les liens entre la production de connaissances et la production d'idées.

2.2.6. Partitions restrictives et partitions expansives : remise en cause de l'identité des objets

Lorsqu'un concepteur partitionne un concept, c'est à dire lorsqu'il ajoute ou soustrait des attributs à un concept, ceux-ci peuvent être de deux natures : il peut s'agir d'une partition restrictive ou d'une partition expansive. On appelle partition restrictive, un attribut qui est déjà connu par le concepteur. Par exemple une « nouvelle prise électrique murale », l'attribut « murale » est qualifié de restrictif car nous connaissons déjà des prises qui sont fixés dans les murs ; notons cependant qu'une « nouvelle prise électrique murale » reste toujours un concept.

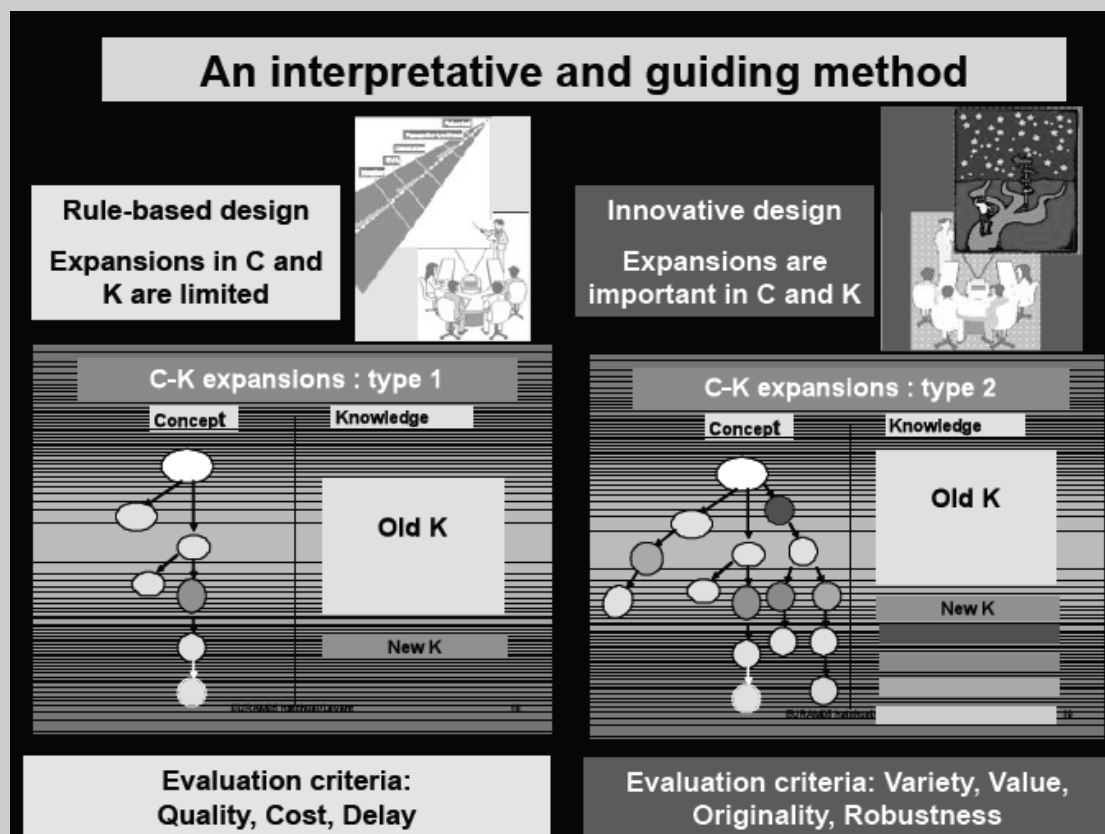
Maintenant, si nous disons une « nouvelle prise électrique en chewing-gum », cette dernière propriété est nommée expansive car elle n'est pas connue. Selon les auteurs, l'art de l'innovateur est de rompre les *dominant design* des objets en choisissant des concepts aux partitions très expansives. Ces partitions expansives vont mettre en rupture l'identité du produit et produire des innovations. Les partitions expansives peuvent se porter sur tous types de propriétés, à des échelles différentes : il peut s'agir de rompre avec les propriétés fonctionnelles des produits (ex. une prise électrique pour payer mes courses), avec ses composants techniques (ex. une prise électrique en chewing-gum), ou encore imaginer de nouveaux business-modèle (ex. l'électricité gratuite pour tous)...

Ce type de régime de conception, basé sur l'utilisation intensive de partitions expansives, est appelé « conception innovante » (Hatchuel et Weil, 2002a). A la différence de la « conception réglée », les concepteurs ne peuvent pas s'appuyer totalement sur une base de connaissance existante ni sur une identité stabilisée des objets, la trajectoire de ces deux composantes doivent- être gérées simultanément (cf. Figure 18).

(Le Masson, Weil, et al., 2006) opposent la conception réglée et la conception innovante. Dans le premier cas, les concepteurs se réfèrent à un dominant design particulier qui permet une rationalisation forte de l'activité de conception. En effet, les connaissances à mobiliser et les critères de performance étant connus, il est possible pour les concepteurs d'organiser leurs activités selon les principes de conception systématique de Pahl et Beitz. Pour chaque niveau

(fonctionnel, conceptuel, embodiment, détaillé), les connaissances sont connues et le passage d'un niveau à un autre peut se faire selon une logique de spécification progressive.

A l'inverse, la conception innovante, l'identité des objets et les connaissances sont à construire. Les acteurs ne peuvent s'appuyer que partiellement sur leurs connaissances et il n'y a formellement aucun ordre de progression logique, il n'est par exemple pas obligatoire de travailler sur les aspects fonctionnels pour passer à la dimension conceptuelle. L'enjeu qui est ici de gérer simultanément la production des concepts innovants et des connaissances bouleverse les pratiques et remet en cause le fonctionnement habituel des organisations. Pour autant, une fois que l'exploration a été réalisée par la conception innovante, les auteurs soulignent « l'inévitable retour à la conception réglée » (Ibid., p349). Le but sera ensuite d'exploiter au maximum les partitions qui se seront révélées expansives et organiser efficacement la conception pour produire une succession de produits innovants se basant sur un même concept majeur et des connaissances limitées.



source : (Le Masson, 2009)

Figure 18. Les profondes différences entre la conception réglée et la conception innovante

2.3. Quelques exemples de modélisations par la théorie C-K

Afin de donner quelques repères aux lecteurs, nous proposons dans cette section, de décrire *a posteriori*⁵³ deux démarches de conception très contrastées : la création des premiers photocopieurs personnels par la société Canon^{54 55} et l'enseignement des fractions.

2.3.1. L'exemple du premier photocopieur personnel Canon

Créée dans les années 30, la société japonaise Canon a tout d'abord fabriqué et commercialisé des appareils photos (35 mm, reflex) avant de proposer en 1982 les premiers photocopieurs personnel Canon Mini Copier (CMC) : PC-10, PC20. Ceux-ci ont été les photocopieurs les plus vendus au monde entre 1985 et 1990.

Avant l'arrivée des CMC, les seuls photocopieurs qui existaient étaient disponibles dans des départements de reprographie ou des entreprises spécialisées. Ces photocopieurs étaient adaptés pour la reprographie de masse (Plain Paper Copier, PPC). Grâce à ses procédés brevetés sur les PPC, la société Xerox étaient alors à la fin des années 70 le numéro un mondial du secteur. L'opportunité de vendre des photocopieurs à des petites entreprises ou à des particuliers fut détectée très rapidement par Canon qui décida donc de se lancer dans la fabrication de CMC.

[A cette époque, les CMC étaient bien un concept. Dans l'espace K, aucun CMC n'existait et aucune connaissance ne disait qu'un concept n'était pas possible à concevoir. (selon Yamanouchi, participant au projet, « ces buts furent établis sans qu'il existe de solutions technologiques ou le moindre signe que cela fonctionnerait ».)]

Afin de développer ce concept, les membres de Canon ont formalisé les contraintes permettant d'atteindre ce nouveau segment marché : en plus d'être facile à utiliser (<20kg,...) et de bonne qualité (copies claires et stables), le CMC devait à la fois être bon marché (<1000\$) et d'une maintenance simplifiée. Du point de vue de la maintenance, des chercheurs ont découvert que 90% des problèmes se situaient au niveau du tambour. L'idée fut donc d'abord de chercher des méthodes permettant d'améliorer ces composants. Malheureusement, malgré ces améliorations (meilleur nettoyage, meilleure durabilité du tambour), le prix à la vente aurait été trop onéreux.

[Les concepteurs de Canon ont tout d'abord réalisé des partitions restrictives en gardant l'architecture traditionnelle des photocopieurs. Ils ont pour cela activé de nouvelles connaissances sur les tambours et les causes fréquentes de pannes. Ces

⁵³ Dans la suite de cette thèse, nous montrerons que la théorie C-K peut aussi être utilisée non plus *a posteriori* mais *a priori*.

⁵⁴ Cette success story est retracée à partir des sources suivantes: (Nonaka et Kenney, 1991), (Agrawal et Ikuma, 1995), (John, february 1992), (Yamanouchi, 1989).

⁵⁵ Parmi les nombreuses illustrations de la théorie C-K, une description de l'aspirateur sans sac de Dyson est proposée par (Kazakçi, 2007).

solutions techniques n'ont pas été retenues à cause de leur coût. A ce stade, le projet aurait pu s'arrêter, la conception aurait été inachevée (aucune conjonction).] (cf. Figure 19)

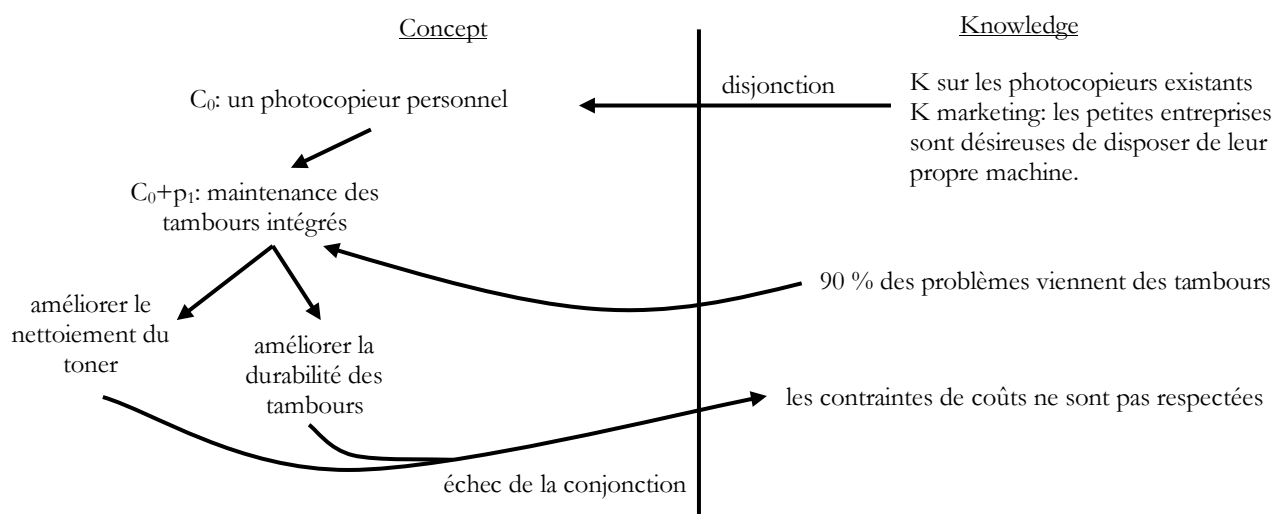


Figure 19. L'exemple du premier photocopieur personnel Canon

Afin de résoudre ces problèmes de maintenance, des séances de brainstorming ont permis de reconceptualiser totalement le système de photocopieur : au lieu d'utiliser un tambour avec une durée de vie non définie, l'idée a été de concevoir des photocopieurs sous forme d'une cartouche à espérance de vie limitée mais connue (environ 2000 copies). Dans ce nouveau système, les parties à forte défaillance (tambour photosensible, toner et système de développement) seront rassemblées dans la cartouche. Cette rupture conceptuelle élimina le besoin de maintenance régulière. Nitanda, manager du projet, explique que cette rupture conceptuelle déclencha d'autres avantages, elle permit notamment d'améliorer de manière conséquente la fabrication du tambour et des composants qui l'entourent (conception modulaire, un processus de production sans inspection d'image) (cf. Figure 20).

[Face à l'échec de la conjonction C_0+p_1 , les concepteurs sont remontés à la disjonction initiale pour départitionner le concept initial, la disjonction formée est plus générale. La départition est une expansion inversée. La formulation de l'attribut « avec durée de vie du photocopieur connue » est une partition expansive : à cette époque, aucun photocopieur n'incluait cette propriété. A noter que la cartouche amovible est une solution à « avec durée de vie du photocopieur connue », ce type de solution peut être facilement obtenue par des outils de conception comme TRIZ (loi d'évolution sur l'intégralité des parties d'un système technique par exemple). Enfin, nous voyons dans les propos de Nitanda, l'alternance des cycles innovations

radicales/incrémentales : le but d'une conception innovante étant finalement de créer une (ou des) partition(s) expansive(s) pour ensuite exploiter aux maximum les partitions sous-jacentes.]

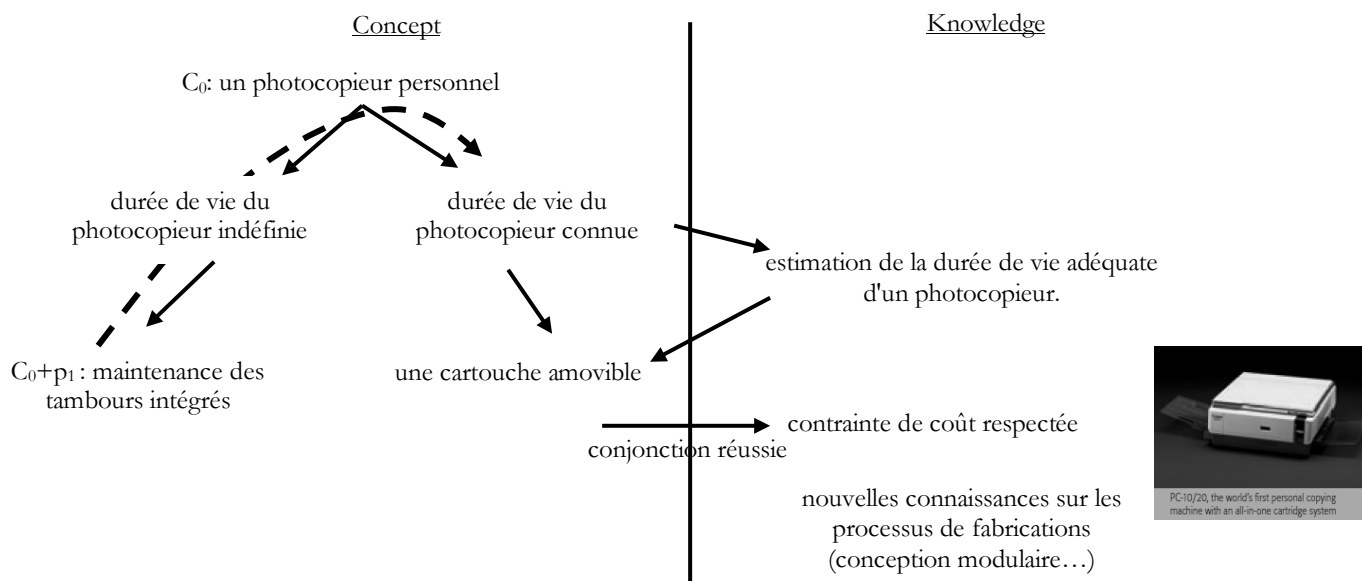


Figure 20. L'exemple du premier photocopieur personnel Canon (suite et fin)

2.3.2. Au delà de la conception d'un artefact, l'exemple des fractions

(Hatchuel et Weil, 2002b):19 déclarent : « La théorie C-K est un raisonnement au sens le plus fort de ce terme ». Qu'entendent-t-ils par cela ? Si la théorie C-K permet de mieux appréhender les actes de création d'artefact, elle pourrait aussi être intéressante pour comprendre plus généralement comment les hommes apprennent des choses nouvelles⁵⁶. Nous adoptons ici une autre définition de la conception, il s'agit d'appréhender la conception comme le processus de « formation d'un concept dans l'esprit, l'acte de l'intelligence et de la pensée s'appliquant à un objet existant » (seconde définition du mot "conception" par le Petit Robert 2007).

Cette définition de la conception nous rapproche singulièrement des recherches menées par les spécialistes des sciences de l'éducation sur la notion de *changement conceptuel* chez l'apprenant. La notion de changement conceptuel provient de la philosophie et l'histoire des sciences, elle intervient lorsqu'une nouvelle information rentre en conflit avec des connaissances préexistantes (issues de l'expérience ou d'un apprentissage précédent), ce changement peut être plus au moins radical, il peut prolonger un espace conceptuel existant ou bien demander une révision complète des schémas conceptuels dominants de l'apprenant (Scott, Asoko, et al., 1991, Vosniadou, 1994).

⁵⁶ Pour un autre exemple, voir le déchiffrement des hiéroglyphes par Champollion (Kazakçi, 2007).

L'objectif de ces recherches consiste à comprendre les phénomènes d'apprentissage afin de proposer des techniques adaptées aux pédagogues.

Les cas traités par la littérature sont nombreux et variés, particulièrement au niveau de l'enseignement des sciences (vision copernicienne par rapport à la vision géocentrique...). A titre illustratif la Figure 21 schématise très succinctement l'apprentissage des fractions (Hartnett et Gelman, 1998, Stafylidou et Vosniadou, 2004) par le formalisme C-K. Lorsque l'on apprend les fractions, cette nouvelle information vient bousculer profondément la conception de l'apprenant de ce qu'est un nombre, celui-ci n'ayant alors comme unique repère que les nombres naturels (1,2,3 ...). Face à ce nouveau concept (i.e. les fractions), l'apprenant a malheureusement tendance à appliquer les règles génératives des nombres naturels aux fractions, c'est le cas par exemple lorsque l'on demande à un apprenant de donner le nombre qui suit une fraction : "The conflict [...] was explicitly seen in the wavering explanations, where the students, on the one hand, wrote "it is not possible to define the next number" but, on the other hand, continued believing in its actual existence : [...] but it is the one which is the closest", [...] the one which has the most decimals" "(Merenluoto et Lehtinen, 2002):249. Face à ce conflit conceptuel, l'apprenant va générer de nouvelles bases de connaissances, il va assimiler ce concept jusqu'à en avoir une représentation stabilisée.

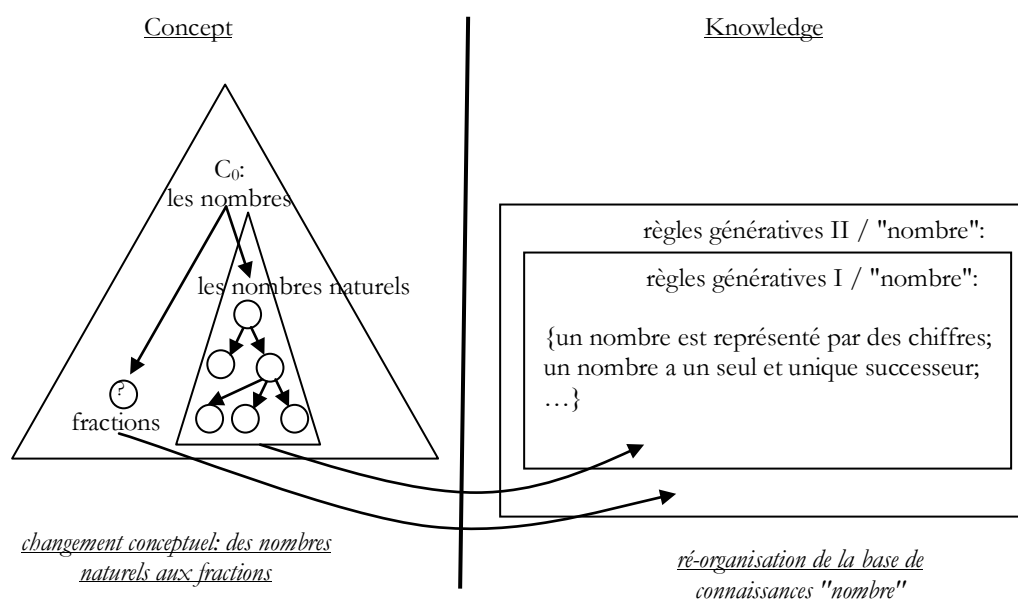


Figure 21. Essai de modélisation de l'apprentissage des nombres par la théorie C-K

3. De la compréhension des raisonnements de conception aux co-raisonnements de conception

Dans cette section, nous dresserons un aperçu synthétique des différents courants de recherche proposés par la théorie C-K et nous positionnerons nos travaux de thèse parmi ceux-ci. Dans cette thèse, nous utiliserons la théorie C-K pour décrire et instrumenter la conception dans un contexte de coopération interfirmes. La théorie C-K permettant de comprendre les raisonnements des concepteurs, nous viserons une extension de cet objectif pour rendre compte des répercussions de l'action collective sur les raisonnements de conception. Nous parlerons donc de co-raisonnement de conception.

3.1. Panorama des travaux sur la théorie C-K

Après les premières publications scientifiques sur la théorie C-K (Hatchuel, 2001, Hatchuel et Weil, 1999, Hatchuel et Weil, 2002a, Hatchuel et Weil, 2002b), nous avons pu recenser un peu plus d'une centaine d'articles qui mobilisent la théorie C-K comme socle théorique. Majoritairement, les recherches portant sur la théorie C-K visent à utiliser sa « puissance interprétative et explicative » (Hatchuel et Weil, 2002b):18 pour comprendre fondamentalement ce qu'est l'activité de conception (courant A, cf. Tableau 9) ainsi que les pratiques existantes des concepteurs (courant B). Sur ce dernier point, les auteurs proposent souvent de décrypter les méthodes de conception existantes en appliquant un « calque C-K » afin d'y déceler des raisonnements de conception particuliers et de renouveler les pratiques.

	quelques références
Travaux fondateurs	(Chapel, 1997, Hatchuel, 2001, Hatchuel et Weil, 1999, Hatchuel et Weil, 2002a, Hatchuel et Weil, 2002b)
A- Théorie de conception, théorie économique et fondements mathématiques	- conception et mathématiques : (Hatchuel, 2008, Hatchuel et Weil, 2007, Kazakçi, 2008) - évaluation économique des projets : thèse Y.Felk en cours - le modèle RID : (Le Masson, 2001)
B- Etude des méthodes de l'innovation	- assistant informatique de conception : (Kazakçi, 2007) - conception morphologique : (Zeiler et Savanovic, 2009) - l'évaluation des idées/projets en conception : (Elmqvist et Le Masson, 2009, Elmqvist et Segrestin, 2007) - méthode de conception de services : (Lenfle, 2005) - la méthode TRIZ : (Boujut et Linca, 2009) - l'exploration technologique : (Garel et Rosier, 2007) - prototypage : (Holmberg, Le Masson, et al., 2003) - créativité et usage en conception : (Hatchuel, Le Masson, <i>et al.</i> , 2008, Le Masson, Hatchuel, <i>et al.</i> , 2007, Le Masson et Magnusson, 2003, Veyrat, 2008)
C- Coopérations interentreprises en innovation	- partenariat exploratoire : (Segrestin, 2003) - évaluation des pôles de compétitivité : (Pérocheau, 2007)
D- Autres	- théâtre et gestion des risques : (Szpirglas, 2006) - sciences de l'éducation : (Ozgur, 2006)

Tableau 9. Synthèse des courants de recherche sur la théorie C-K

3.2. Notre perspective : la théorie C-K pour décrypter et instrumenter les partenariats de conception interentreprises

Dans cette thèse nous utiliserons la théorie C-K dans une situation de conception particulière : celles des partenariats interentreprises (courant C du tableau précédent). Alors que les aspects collectifs de la conception sont pleinement reconnus par les auteurs de la théorie, l'influence de la coopération sur les raisonnements de conception C-K n'est pas explicitement étudiée. Que se passe-t-il du point de vue de la théorie C-K quand deux entreprises ou plus décident de concevoir ensemble ? Ont-ils les mêmes raisonnements de conception ? Ces raisonnements vont-ils évoluer dans leur relation ?

Plus précisément, nous visons deux objectifs. Premièrement, nous souhaitons utiliser la théorie C-K pour décrypter les mécanismes de la conception en œuvre dans des situations de partenariats de conception interfirmes. Le premier objectif est donc un objectif de modélisation. Au lieu de modéliser les raisonnements de conception, nous utilisons la théorie C-K pour modéliser les co-raisonnements de conception. Cette première finalité nous paraît intéressante car elle permet de créer des passerelles entre les aspects sociaux de la conception et la théorie C-K. Dans une perspective semblable, (Kazakçi, 2007) indiquait déjà cette voie de recherche en ajoutant un troisième espace à la théorie C-K, celui de l'Environnement, proposant ainsi la théorie C-KE⁵⁷. Basée sur les théories de la cognition située (Hutchins, 1994, Schön, 1983), la théorie C-KE montre comment il peut être possible de modéliser l'interaction entre un concepteur et son environnement (son environnement pouvant être constitué d'autres concepteurs). Cependant, ces modèles restent purement théoriques et n'ont pas été mise à l'épreuve de situations réelles.

Deuxièmement, nous souhaitons expérimenter la théorie C-K comme un instrument de gestion à part entière. Nous souhaitons utiliser la théorie C-K comme un outil permettant de concevoir de nouveaux produits et services dans un contexte partenarial. Vis à vis des recherches sur la théorie C-K, cet objectif est bien moins courant et présente, à nos yeux, des perspectives de recherches intéressantes. A notre connaissance, il n'existe actuellement qu'une seule méthode de conception spécifique à la théorie C-K : la méthode KCP publiée en 2009 (Hatchuel, Le Masson, et al., 2009). L'implémentation opérationnelle de la théorie C-K dans les organisations restent aujourd'hui émergente et à consolider.

⁵⁷ La théorie CKE sera explicitée dans le chapitre VIII.

CONCLUSION ET RESUME DU CHAPITRE IV

Dans ce chapitre, nous avons argumenté en faveur d'une approche par les théories de conception pour mieux comprendre la conception et les dynamiques de l'innovation et nous avons argumenté notre recours à la théorie C-K.

Pour cela, nous avons tout d'abord présenté le paradigme de la résolution de problème proposé par Simon. Nous avons montré que celui-ci modélisait la conception comme un arbre de décision, les concepteurs générant et évaluant progressivement les alternatives les plus satisfaisantes. Par la suite, nous avons montré que ce paradigme supportait une grande hétérogénéité des modèles de conception en ingénierie de produit.

Dans un second, temps, nous avons montré que ce paradigme admettait des hypothèses restrictives. En mettant en relief la notion d'expansion proposée par Hatchuel, nous avons introduit les difficultés des modèles de conception actuels pour modéliser la créativité et la génération de nouvelles connaissances.

Dans un troisième temps, nous avons introduit la théorie de conception C-K. Cette théorie décrit rigoureusement la conception comme un processus de coévolution interactive entre deux espaces aux propriétés distinctes : l'espace des Concepts et l'espace des connaissances (Knowledge).

Après un panorama synthétique des recherches sur la théorie C-K, nous avons positionné notre recherche. Il s'agit pour nous d'utiliser la théorie dans le contexte de partenariats de conception interentreprises, le but étant double : modéliser les co-raisonnements de conception, c'est à dire la manière dont les partenaires coopèrent en conception et instrumenter la théorie C-K pour supporter la conception collective au sein des partenariats.

Le chapitre suivant introduit la littérature sur les partenariats interentreprises en conception ; il nous permettra par la suite de positionner notre cas dans les typologies existantes et de montrer quels sont les phénomènes collaboratifs que la théorie C-K devra modéliser.

CHAPITRE V. COMPRENDRE LES PARTENARIATS D'EXPLORATION POUR MIEUX LES OUTILLER

INTRODUCTION ET ORGANISATION DU CHAPITRE V

Dans le chapitre précédent, nous avons souligné l'intérêt d'utiliser les théories de conception et tout particulièrement la théorie C-K pour modéliser l'activité de conception innovante. Nous avons vu qu'à travers les notions d'expansion des concepts et connaissances, la théorie C-K offrait un formalisme intéressant pour appréhender les processus d'exploration. Suite à cela, nous avons positionné notre recherche : dans cette thèse, nous aurons recours à la théorie C-K pour deux finalités. Premièrement, nous utiliserons la théorie C-K pour mieux comprendre les dynamiques de coopérations en conception. Cet enjeu de modélisation consiste à disposer d'un cadre analytique pour décrypter les mécanismes amenant des entreprises à coopérer en conception. Alors que la théorie C-K permet de comprendre les raisonnements de conception, l'objectif est ici d'apprécier la capacité de la théorie C-K pour expliquer une activité de conception mêlant plusieurs entreprises. Deuxièmement, nous souhaitons instrumenter ces partenariats de conception et nous proposerons donc de travailler sur la dimension « opérationnelle » de la théorie C-K.

Ce chapitre est composé en 3 parties.

Nous introduirons tout d'abord la littérature sur les coopérations interfirmes en conception. Nous proposerons un panorama synthétique des coopérations en conception, nous mentionnerons les différentes raisons de recourir à un partenariat et les fréquentes crises rencontrées. L'explication des raisons de ces crises nécessitera que l'on s'intéresse plus profondément au processus de coopération. Ce positionnement nous permettra de distinguer différents types de coopération selon les régimes de conception et nous positionnerons notre étude autour d'un type partenariat de conception particulier : celui des partenariats d'exploration.

Dans un second temps, nous présenterons les différentes facettes des partenariats d'exploration et montrerons en quoi ces nouveaux partenariats bouleversent la manière d'organiser la coopération. Nous verrons notamment que, dans un partenariat d'exploration, l'objet même de la coopération ainsi que les connaissances associées ne sont pas parfaitement connus mais que ceux-ci restent à être construits par les acteurs. Modéliser les partenariats d'exploration revient, d'une certaine manière, à modéliser le processus par lequel l'objet de la coopération va se définir,

c'est à dire la manière dont des projets innovants collaboratifs vont être générés. Nous verrons que cette génération se définit d'une part par les projets qui sont lancés et d'une autre part par l'exploration des dynamiques relationnelles par lesquelles les partenaires explorent leurs préférences et s'accordent sur des intérêts similaires.

Enfin, dans un troisième temps, nous présenterons les modèles et recommandations faites par la littérature pour décrire et gérer les partenariats d'exploration. Du point de vue de la modélisation théorique, nous verrons que les modèles existants pour expliquer la génération de projets innovants collaboratifs restent limités. Quant aux aspects opérationnels, nous montrerons que malgré l'apport des préconisations managériales existantes, au final, peu d'outils méthodologiques ont pu être réellement être expérimentés dans des partenariats d'exploration. Nous soulignerons la nécessité de piloter ce type de partenariat et proposerons notamment d'utiliser la théorie C-K pour cartographier les zones d'exploration.

PARTIE 1- DECRYPTER ET INSTRUMENTER LES PARTENARIATS D'EXPLORATION PAR LES THEORIES DE CONCEPTION		
CHAPITRE III. L'INNOVATION : UN CONCEPT MALLEABLE ET ENIGMATIQUE EN CRISE DE REPERE THEORIQUE ACTIONNABLE	CHAPITRE IV. DES RAISONNEMENTS DE CONCEPTION AUX RAISONNEMENTS DE CO- CONCEPTION	CHAPITRE V. COMPRENDRE LES PARTENARIATS D'EXPLORATION POUR MIEUX LES OUTILLER

Articulation du chapitre V dans la partie 1

CHAPITRE V. COMPRENDRE LES PARTENARIATS D'EXPLORATION POUR MIEUX LES OUTILLER
1. Les partenariats interentreprises en conception : enjeux, crises et éléments typologiques
1.1. Explosion du nombre de partenariats de conception de nouveaux produits
1.2. Quelques raisons de coopérer en innovation
1.3. La fragilité des coopérations en R&D
1.4. La recherche sur les coopérations : comprendre les raisons des échecs par les processus de coopération
2. Les partenariats d'exploration
2.1. Définition des partenariats d'exploration
2.2. Caractérisation des déterminants du processus de co-exploration
3. Une littérature limitée pour modéliser et instrumenter les partenariats d'exploration : esquisses de nouvelles perspectives de recherche
3.1. Comment comprendre les processus de co-exploration ?
3.2. Comment agir dans un partenariat d'exploration ?
CONCLUSION ET RESUME DU CHAPITRE V
RESUME DE LA PARTIE 1

Sommaire du chapitre V

1. Les partenariats interentreprises en conception : enjeux, crises et éléments typologiques

1.1. Explosion du nombre de partenariats de conception de nouveaux produits

Alors que les coopérations entre entreprises se résument principalement à la production, aux services achats et logistiques des entreprises, nous assistons depuis les années 80 à une explosion du nombre d'accord de coopération en Recherche & Développement (cf. Figure 22). Considérées comme le cœur stratégique de l'entreprise, les activités de conception de nouveaux produits s'ouvrent aujourd'hui pleinement à la coopération interentreprises. La coopération interorganisationnelle devient incontestablement le lieu de prédilection pour innover (Powell, Koput, et al., 1996).

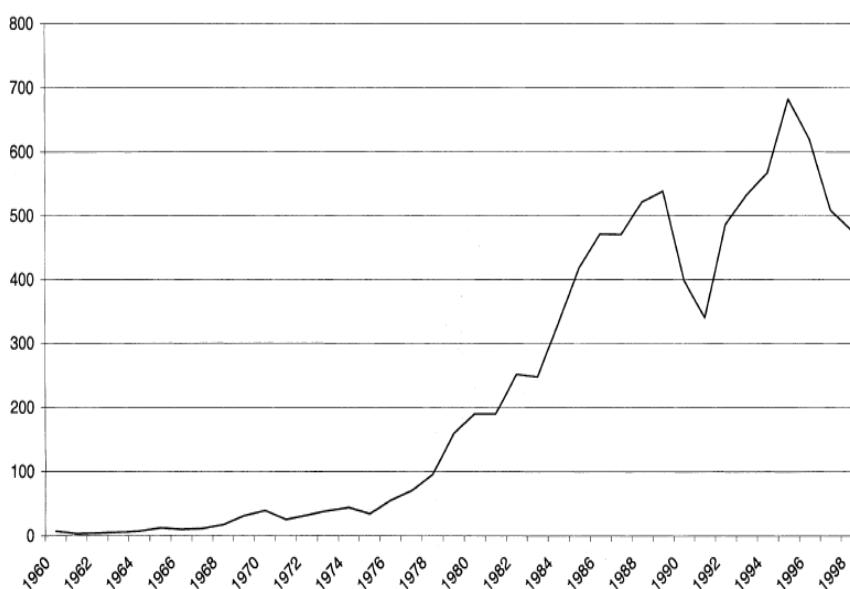


Figure 22. Evolution du nombre d'accords de partenariat en R&D de 1960 à 1998 (Hagedoorn, 2002):480 (source : MERIT-CATI database)

1.2. Quelques raisons de coopérer en innovation

1.2.1. L'interdépendance stratégique fruit de la désintégration verticale

Une première raison pour expliquer l'expansion de la coopération en R&D est la désintégration massive des filières industrielles au profit de véritables plateformes industrielles (Gawer et Henderson, 2007). Aujourd'hui, les industries comme l'automobile (Maniak, 2009) ou l'informatique (Baldwin et Clark, 2000, Gawer, 2000, Gawer et Henderson, 2007) sont largement désintégrées : les entreprises n'agissent plus isolément mais en concertation avec leur écosystème industriel, les acteurs sont tributaires les uns des autres. Pour souligner les fortes

interdépendances entre acteurs d'une même filière, l'exemple de la désintégration verticale au profit d'une forte modularisation est particulièrement frappant dans l'industrie informatique (cf. Figure 23)⁵⁸. Alors qu'IBM s'imposait dans les années 80 comme le leader incontesté celui-ci a ensuite totalement perdu le contrôle au profit des fournisseurs-intégrateurs Intel et Microsoft. Auparavant, le domaine de l'informatique se partageait autour de quelques architectures incompatibles entre-elles, l'arrivée du PC a redistribué complètement la donne : IBM a dû abandonner son approche intégrée au profit d'une approche modulaire et les coopérations se sont intensifiées. La coopération est ici jugée indispensable comme le soulignent (Gawer et Cusumano, 2008) et la notion de plateforme : "we define a product as a "platform" when it is one component or subsystem of an evolving technological system, and when user demand is for the overall system, so that there is no demand for components when they are isolated from the overall system. We define a platform "owner" as a firm that owns a core element of the technological system that defines its forward evolution. Both Intel and Microsoft are platform "owner"" (p.4). Dans ces conditions, les intérêts stratégiques des différents acteurs se croisent et se stabilisent autour d'une même architecture produit, chaque acteur développe des produits complémentaires en respectant les *design rules* établis (Baldwin et Clark, 2000).

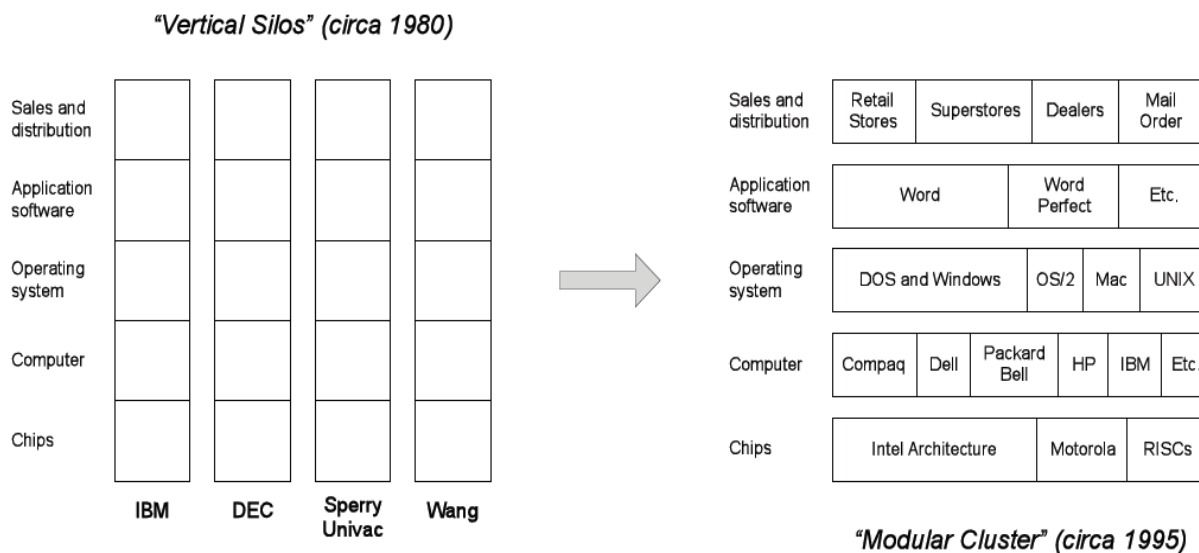


Figure 23. La désintégration verticale de l'industrie informatique d'après (Grove, 1996):44 cité par (Baldwin et Clark, 2006):30

⁵⁸ On peut aussi citer les plateformes de l'industrie des jeux vidéo où les créateurs de jeu vidéo et les fabricants de console se partagent un même marché (*two-sided markets* (Armstrong, 2002, Rochet et Tirole, 2003)) ont tout intérêt à coopérer s'ils veulent rentabiliser leur affaire et attirer les "gamers".

1.2.2. Partager les investissements de projets de R&D et lutter contre le morcellement des expertises

Une autre raison souvent mise en avant pour expliquer l'accroissement de la coopération en R&D relève de la croissante complexité des produits et de la nécessité de partager les investissements. (Vincenti, 1993) montre que la complexité présente en aéronautique nécessite un large panel de compétences et d'acteurs aussi bien en matière de nouveaux matériaux, que d'informatique, de mécanique des fluides ou de systèmes de communications. Or les entreprises ne maîtrisent souvent pas pleinement toutes les connaissances sous-jacentes et la coopération apparaît alors comme une solution économique (Williamson, 1975)⁵⁹. Les connaissances à intégrer en conception dépassent souvent largement le périmètre de spécialisation de l'entreprise ; la coopération intra-entreprise (coopération entre métiers, entre divisions d'une même entreprise par exemple) n'est plus suffisante et la coopération interentreprises apparaît pour les entreprises comme un moyen de se recentrer sur leur cœur de compétence (Prahalad et Hamel, 1990). Plutôt que de devoir allouer d'importants niveaux d'investissement pour créer seul des technologies nouvelles, les coopérations permettent aux entreprises de se positionner pour absorber et transférer des technologies nouvelles (Cohen et Levinthal, 1990). Il est possible de diminuer les coûts de R&D en évitant de dupliquer les ressources (ex. mettre en commun des pièces standards) et en développant en amont des technologies génériques communes pour ensuite en diversifier les applications. Des coopérations entre entreprises et laboratoire de recherche, des consortiums vont se former sur des domaines très spécialisés comme les nanotechnologies ou les biotechnologies lesquelles sont à la croisée de diverse disciplines (chimie, physique, ..) (Powell, Koput, et al., 1996). La montée des partenariats est particulièrement visible pour les produits hautement technologiques où le morcellement des expertises est important (cf. Figure 24). L'innovation apparaît alors comme une combinaison de connaissances où les technologies sont hybridées les unes aux autres et où les réseaux constituent des stratégies profitables (Weil et Durieux, 2000).

⁵⁹ Sur cet aspect, la théorie des coûts de transaction est intéressante car elle permet de mieux comprendre dans quelles circonstances les entreprises sont amenées à externaliser tout ou partie de leur R&D. La théorie des coûts de transaction développé par Williamson vise à déterminer la structure de gouvernance optimale pour opérer une transaction sur un marché (Williamson, 1975) ; il s'agit de choisir entre le marché coordonné par le système marchand, l'entreprise coordonnée par la hiérarchie ou les formes hybrides dont les coopérations font parties. Au regard de la spécificité, de la fréquence et de l'incertitude des échanges des actifs, la structure pertinente sera celle qui minimise les coûts de transaction (coût de la recherche du partenaire, de la rédaction du contrat ou encore lors du suivi de son exécution) et les coûts de production (économies d'échelles réalisées par exemple par l'intégration d'un fournisseur (Chabaud, Parthenay, et al., 2007)).

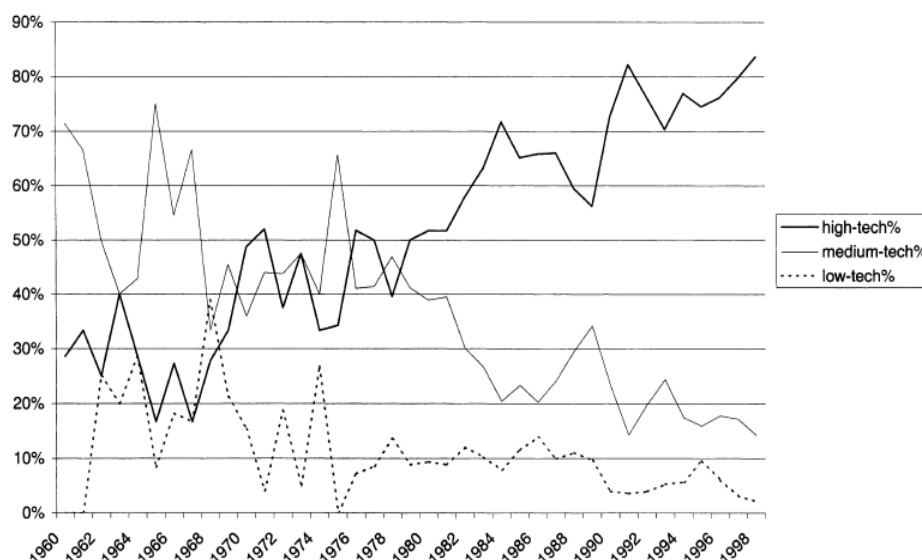


Figure 24. Comparaison du nombre d'accords de partenariat en R&D de 1960 à 1998 entre secteurs (Hagedoorn, 2002):482, source : MERIT-CATI database

1.3. La fragilité des coopérations en R&D

De nombreux auteurs soulignent l'extrême instabilité des accords de coopération (Bleeke et Ernst, 1991, Das et Teng, 2000, McCutchen Jr, Swamidass, et al., 2008, Okamuro, 2007, Park et Ungson, 2001, Peng et Shenkar, 2002, Segrestin, 2006). Au début des années 90, Kogut soulignait déjà l'extrême fragilité *des joint-venture* (Kogut, 1989). En 1994-1996, l'agence Française Community Innovation Survey (CIS2) a estimé, à travers un échantillon, que 14% des projets d'innovation sont abandonnés à cause de difficultés rencontrées avec leurs partenaires (Lhuillery et Pfister, 2009, Reuer et Zollo, 2005) estiment que 34% des 145 alliances étudiées ont échouées. D'après (Das et Teng, 2000), le constat d'échec dans les alliances serait de l'ordre de 25 à 65%, ce que confirme (Yan et Zeng, 1999) qui évaluent le taux d'instabilité entre 30 et 50%. Encore, pour (Bleeke et Ernst, 1991), deux tiers des alliances rencontrent de sérieuses difficultés durant les deux premières années.

Bien qu'une certaine précaution soit donc de mise quant à la manipulation de tels chiffres⁶⁰, l'instabilité et la déception provoquée par les coopérations semblent toutefois bien réelles. Dans le prochain paragraphe, nous verrons plus en détails les raisons de ces échecs ainsi que la manière dont les recherches se sont effectuées.

⁶⁰ En effet, la mesure de la performance des coopérations est un exercice difficile, un coopérant peut par exemple atteindre ses propres objectifs et juger la coopération comme réussie alors que son partenaire certifiera de son côté l'échec de la coopération (Gulati, 1998).

1.4. La recherche sur les coopérations : comprendre les raisons des échecs par les processus de coopération

1.4.1. D'une compréhension statique des facteurs d'échecs...

Après que la littérature se soit largement consacré aux bénéfices et aux motivations à recourir aux coopérations en R&D (Miotti et Sachwald, 2003), la recherche s'est ensuite déplacée sur les raisons de tels taux d'échecs. (Das et Teng, 1996) évoquent deux principales causes pour expliquer la dissolution non programmée des structures de coopérations : soit les partenaires n'ont pas eu les capacités suffisantes pour atteindre les objectifs fixés soit les partenaires ont rencontré des difficultés d'ordre relationnel. Dans le premier cas, la mauvaise performance de la coopération est sanctionnée par le marché, la coopération est jugée défailante car elle n'a pas abouti à un succès commercial. De ce point de vue, les raisons d'échecs diffèrent peu de celles qui peuvent être évoquées en intrafirmes : ressources et compétences inadaptées, temps de lancement du produit trop long, mauvais choix technologiques... Dans le second cas, c'est le caractère opportuniste des coopérants qui est alors fustigé (Williamson, 1993), c'est à dire la propension de certains partenaires à profiter inéquitablement de la relation de coopération (appropriation des résultats par un partenaire, asymétrie des connaissances, comportement en passager clandestin...). Pour limiter le comportement opportuniste des acteurs, une voie est privilégiée par la littérature : il s'agit de bien choisir son partenaire. La littérature anglo-saxonne sur les alliances est prolifique à ce sujet et de nombreux critères sont évoqués pour sélectionner le partenaire en qui avoir confiance (Das et Teng, 1998) (Brouthers, Brouthers, et al., 1995, Cherni et Fréchet, 2006, Das et Teng, 2000, Hitt, Dacin, et al., 2000, Mohr et Spekman, 1994) (cf. Tableau 10)

Principaux critères de sélection	Quelques références
compatibilité structurelle (même taille, capacité financière homogène...)	(Das et Teng, 2000, Katia et Ulrike, 2008)
niveau d'engagement du partenaire (<i>strategic fit</i> et objectifs partagés...)	(Harrigan, 1988, Jolly, 2001, Mora-Valentin, Montoro-Sanchez, et al., 2004)
compatibilité culturelle	(Wildeman, 1998)
expérience du partenaire concernant les coopérations (culture de l'échange, présence d'une relation antérieure...)	(Ariño, Abramov, et al., 1997, Brouthers, Brouthers, et al., 1995)
complémentarité des ressources et actifs échangés	(Brouthers, Brouthers, et al., 1995, Dameron, 2002, Doz et Hamel, 2000, Miotti et Sachwald, 2003, Richardson, 1972)
proximité géographique	(Achelhi, 2007)

Tableau 10. Synthèse des critères de sélection des partenaires

1.4.2. ... à une compréhension dynamique des phénomènes de coopération : de nouvelles orientations pour la Recherche

Malheureusement, évaluer la probabilité de réussite d'une coopération avant son lancement ne suffit pas. A travers une étude de cas longitudinale dans le domaine des jeux vidéo (Puthod et Thévenard-Puthod, 2006) montrent l'échec de la coopération malgré des conditions initiales favorables (objectifs partagés, complémentarité des ressources, non concurrence des partenaires...). Selon les auteurs, le conflit serait notamment dû à une révision des objectifs initiaux d'un des deux partenaires au cours de la coopération. Cette étude mène les auteurs à conclure que « les conditions initiales déterminent certes un niveau d'apport des partenaires, une règle de partage des résultats et tout un ensemble d'éléments opérationnels qui fixeront les modalités d'exécution de l'alliance. Néanmoins, au cours du projet, tout élément affectant la valeur accordée à l'alliance par les partenaires peut les amener à revoir la forme de la relation, le partage des résultats (Arino et de la Torre, 1998) ou le mode de coordination, voire à rompre l'accord. Parce que les forces évoquées évoluent dans le temps, l'examen des conditions d'alliance doit être continu. » (Ibid., p8). Dans une perspective semblable, (Doz, 1996):56 plaide déjà pour une étude approfondie du processus de coopération ; il s'agit selon l'auteur de ne pas se restreindre aux inputs et outputs de la coopération⁶¹ mais d'ouvrir la "black-box" (Doz, 1996):56 pour en comprendre le fonctionnement et proposer des instruments pour leur gestion.

Nous rejoignons sur ce point Doz et proposons d'étudier les coopérations interentreprises en tant que processus. De cette manière, il est possible de différencier plusieurs processus de coopération lesquels mènent à des configurations organisationnelles différentes. Nous proposons, dans la prochaine section, d'introduire une forme nouvelle de partenariat de conception : les partenariats d'exploration (Segrestin, 2003). Nous verrons que les processus de coopération dans ces partenariats, les processus de co-exploration, sont clairement différents des processus à l'œuvre dans les partenariats classiques comme la sous-traitance et le co-développement. Les théories de conception et la théorie C-K nous permettront notamment de mieux appréhender la spécificité des partenariats d'exploration et de déterminer quels outils sont nécessaires pour gérer ces partenariats.

⁶¹ "While researchers who studied interorganizational relationships point to the process issues involved in the relationship (e.g., Pfeffer and Nowak, 1976; Kochan, 1975; Zeitz, 1980; Shortell and Zajac, 1988) or suggest approaches to managing the coordination process (e.g., Whetten, 1981) their analysis remains at the level of conceptual development or cross-sectional analysis, and fails to capture empirically the process dynamics of coopération (e.g., Mohr and Spekman, 1994). Most researchers focus on the determinants of cooperation and/or on the contractual or relational form of cooperation (Oliver, 1990; Ring and Van de Ven, 1992) or, occasionally, on outcome, but with little attention to process (Hagedoorn and Schakenraad, 1994)." (Doz, 1996):56

2. Les partenariats d'exploration

2.1. Définition des partenariats d'exploration

2.1.1. Définition générale

Sur la base des travaux de (March, 1991), (Koza et Lewin, 1998) différencient deux formes de partenariat d'innovation : les alliances d'exploitation qui ont pour but de développer de nouveaux produits en maximisant les ressources collectives et les partenariats d'exploration ayant pour objet de découvrir de nouvelles opportunités de marché. Par rapport à notre contexte industriel, nous nous inscrivons dans ce deuxième type de partenariat et emprunterons à (Segrestin, 2003) le terme de partenariat d'exploration⁶².

Nous en retiendrons la définition suivante :

Un partenariat d'exploration désigne un partenariat dans lequel les participants sont engagés dans une activité d'investigation et de reconnaissance de nouveaux champs d'innovation⁶³. Les partenariats d'exploration visent à cerner de nouveaux potentiels d'action en défrichant des terrains inconnus dont les connaissances restent limitées.

Figure 25. Définition des partenariats d'exploration
en partie d'après (Segrestin, 2006)

2.1.2. Un collectif orienté vers l'exploration

En termes de conception de nouveaux produits, l'exploration consiste en la conception d'objets dont on ne possède pas directement toutes les connaissances associées. (Dannels, 2002) désigne ainsi la "pure exploration" comme une démarche de conception se basant sur une technologie et un savoir commercial nouveau pour l'entreprise (cf. Figure 26). De la même manière, selon (Garel et Rosier, 2007), « le régime d'exploration correspond à des situations où les équipes innovantes doivent explorer de nouvelles applications en dehors de leurs références habituelles et des références du marché et où ils doivent développer de nouvelles connaissances pour y

⁶² Bien que d'autres termes existent pour désigner des coopérations interfirmes en situation d'innovation de rupture (*partenariat d'innovation* (Frechet, 2003, Vanhée, 2008); *co-innovation* (Beelaerts van Blokland, Verhagen, et al., 2008, Bossink, 2002, Maniak et Midler, 2008); *open-innovation* (Chesbrough, 2003, Christensen, Olesen, et al., 2005); *co-exploration interfirmes/co-conception en avance de phase* (Kesseler, 1998); *exploration alliance* (Koza et Lewin, 1998)...), nous retiendrons dans cette thèse le terme de partenariat d'exploration car son étymologie nous paraît révélatrice des activités dans lesquelles notre étude de cas se réfère (forte incertitude et connaissances lacunaires, indétermination marché/technologie...). De plus, elle nous permet de tisser un lien fort avec les avancées proposées par la théorie C-K. Enfin, elle nous semble pertinente car elle permet de se différencier des organisations inter firmes aboutissant à des innovations d'exploitation (Chanal et Mothe, 2004).

⁶³ D'après (Hatchuel, Le Masson, et al., 2001), un *champ d'innovation* est un domaine où l'on exerce un travail de conception innovante.

parvenir. » Les partenariats d'exploration concernent donc un concept⁶⁴ pour lequel « aucune concrétisation n'existe et sur lequel les connaissances disponibles sont très réduites ou peu exploitables directement » (Segrestin, 2003):70. Du point de vue des théories de conception, les partenariats d'exploration sont basés sur des régimes innovants où l'objet, les acteurs et l'organisation ne sont pas stabilisés.

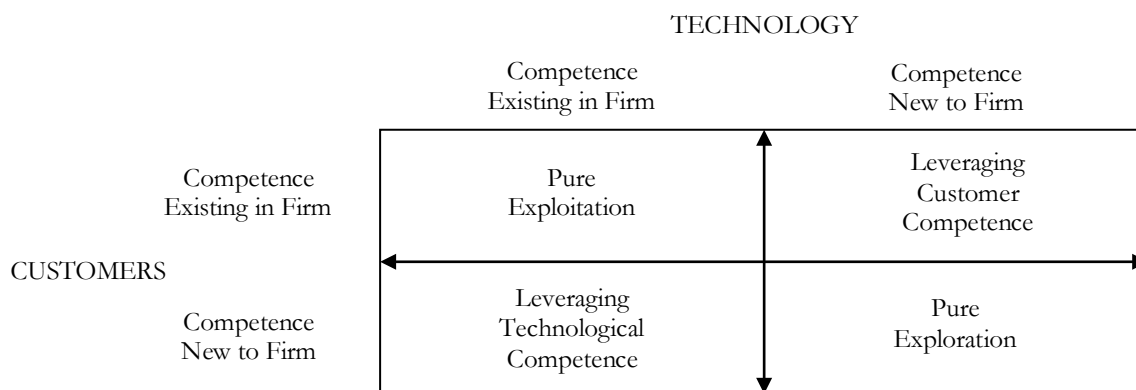


Figure 26. Competence-Based New Product Typology (Dannels, 2002)

2.1.3. Cartographe des terrains encore inconnus

La métaphore de l'explorateur utilisée par (Segrestin, 2003):65 est tout à fait instructive pour cerner les activités menées dans un partenariat d'exploration. A l'image des grands navigateurs, les membres des partenariats d'exploration ont une mission principale qui consiste en une activité de *cartographie*⁶⁵, il s'agit de rendre compte des apprentissages qu'ils ont réalisés. Au fur et à mesure de l'exploration, ces derniers doivent décrire ce qu'ils observent et particulièrement ce qu'il leur est étranger. Dans notre contexte, les membres des partenariats d'exploration doivent par exemple décrire les nouveaux concepts qui ont émergés, et montrer précisément en quoi ils sont différents par rapport à ce qu'ils ont l'habitude de réaliser. Ils doivent aussi montrés quelles sont les nouvelles connaissances qu'ils ont été amenés à utiliser, quels sont les obstacles qu'ils ont pu ou n'ont pas pu franchir. En plus de décrire, les explorateurs ont la tâche de réaliser des prélèvements pour prouver la véracité de leur exploration. Nous pouvons ici faire le parallèle avec la nécessité de réaliser des preuves de concept en prototypant. Enfin, les membres de l'exploration ont besoin de se repérer en se situant vis à vis de leur espace de référence initial. Il s'agit que chacun puisse voir où ils se situent dans leur exploration, quel a été le chemin parcouru. A ce niveau, les explorateurs ont besoin de créer des instruments ad-hoc pour se diriger (boussole, astrolabe, rose des vents...). Pour notre cas, les questions restent entières : En co-

⁶⁴ Au sens donné par A. Hatchuel dans la théorie C-K (cf. Chapitre IV)

⁶⁵ Le chapitre VIII de cette thèse proposera un moyen de cartographier l'exploration.

innovation, quelles sont les instruments de navigation à concevoir ? Comment s'orienter dans l'exploration ? Comment (se) rendre compte des apprentissages effectués ?

2.1.4. Sous-traitance - Co-développement - Partenariat d'exploration : quelles différences ?

Pour mieux comprendre à quoi correspond les partenariats d'exploration, nous proposons ici de les comparer à deux formes de coopération bien connues par les industriels et universitaires, la sous-traitance et le co-développement, en les analysant à travers le prisme des théories de conception présentées dans le chapitre précédent.

2.1.4.1. La sous-traitance ou l'absence de coopération

Tout d'abord, en situation de co-développement ou de sous-traitance, l'objet de la coopération est relativement bien connu. Il est possible de spécifier l'objet à concevoir, de dégager les fonctionnalités, les contraintes techniques à intégrer. Le fait de connaître les attributs de l'objet à concevoir, de pouvoir spécifier des objectifs facilite grandement l'organisation du travail entre les coopérateurs. Les acteurs vont être capables de décomposer les tâches de conception et de déléguer des sous-systèmes aux équipes de conception. Du point de vue de la théorie de la conception, ces deux formes de coopération suivent une logique de mapping entre des fonctions à satisfaire et des composants à structurer (Gero, 1994, Suh, 1990) ; ici, les fonctions sont exprimées (FR) et les composants à concevoir sont définis (DP). Comme mentionné par (Suh, 1990), les acteurs de la conception vont tenter au maximum de rendre la matrice diagonale⁶⁶ afin d'éviter une trop forte interdépendance entre les équipes de conception.

La Figure 27 représente ainsi un projet de conception qui offre aux concepteurs une grande indépendance, chaque équipe pouvant travailler « dans son coin » au moment qu'ils souhaitent. Nous sommes ici dans une situation de type sous-traitance, il n'y a pas à proprement parler de coopération, le cahier des charges technique est clairement exprimé par le client, le fournisseur n'ayant qu'un rôle d'exécutant. Plutôt qu'une activité de conception, il s'agit plutôt d'une activité de production

L'apprentissage des acteurs est quasi nul, il s'agit d'exploiter des connaissances existantes. Généralement, les contrats portent sur des pièces parfaitement identifiables. Dans ces circonstances, le client peut aisément faire jouer la concurrence entre les fournisseurs en les mettant en compétition sur des FR bien précis.

⁶⁶ Cf. le modèle de l'Axiomatic Design proposé par Suh et notamment l'axiome d'indépendance présenté dans le chapitre IV.

	DP ₁	DP ₂	DP ₃		DP _n
FR ₁	x équipe de conception n°1				
FR ₂		x équipe de conception n°2			
FR ₃			x équipe de conception n°1		
				...	
FR _n					x équipe de conception n°3

Figure 27. Partenariat de conception de type sous-traitance.

2.1.4.2. Le co-développement : une approche réglée de la coopération

Dans la Figure 28, les partenaires entretiennent des relations de type co-développement (Calvi, Le Dain, et al., 2002). Des interactions entre concepteurs sont nécessaires car certaines modifications peuvent impacter le travail de conception d'autres équipes⁶⁷. Les partenaires sont en semi-autonomie, les responsabilités des partenaires ne peuvent s'isoler totalement par l'interface physique du produit. Les plateaux de conception vont jouer le rôle d'intégrateur et permettre une coopération rapprochée des acteurs (Renou, 2003). Illustré par l'exemple de l'emboutissage de pièces automobiles, (Garel, 2000) insiste sur l'intérêt d'une étroite coopération entre le fournisseur et le constructeur pour détecter les problèmes le plus tôt possible et éviter ainsi des coûts de modification onéreux. Le cahier des charges fonctionnel du produit est formalisé par le client et le fournisseur. La marge de manœuvre laissée aux fournisseurs sera plus ou moins forte selon la criticité de la tâche (plus la pièce représentera un risque pour le développement du produit final, plus l'autonomie du fournisseur sera faible), selon le niveau de complexité de la pièce (plus les connaissances nécessaires seront complexes, plus la conception sera effectuée de manière conjointe) et selon le degré de nouveauté des technologies étudiées.

De manière générale et du point de vue de la théorie de conception, le co-développement est un partenariat de conception réglée qui ne remet pas en question les bases de connaissances des coopérants : la conception porte sur un produit qui peut être nouveau mais dont l'architecture et les règles de conception existent et ne sont pas modifiées. Nous sommes au mieux dans une innovation incrémentale qui porte sur un nombre et une variabilité des paramètres réduits,

⁶⁷ La dépendance entre acteurs est représentée par les flèches sur la Figure 28.

chaque nouveau produit renforçant les modèles génératifs existants. La zone d'apprentissage des coopérants est relativement étroite et assez bien déterminée, elle se situera généralement autour des interfaces.

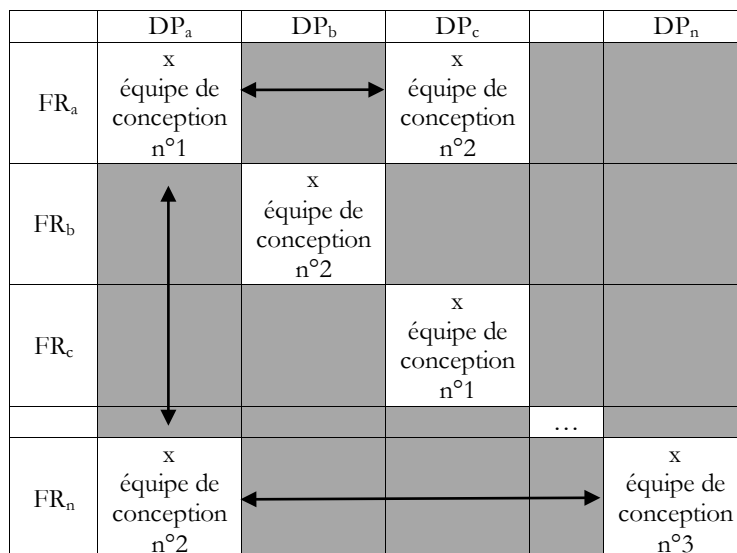


Figure 28. Partenariat de conception de type co-développement

2.1.4.3. Les partenariats d'exploration : une approche innovante de la coopération

Dans les partenariats d'exploration : ni FR ni DP ne sont clairement définis *ex-ante*. Il n'existe pas d'objet précis sur lequel se cristallisent les accords de coopération : tout reste à construire. Alors que le co-développement et la sous-traitance peuvent être perçus comme des manières *d'augmenter le pouvoir d'action* des partenaires en bénéficiant de moyens plus efficaces, les partenariats d'exploration sont des opportunités pour *augmenter le champ d'action* des partenaires. Il s'agit plus généralement d'explorer des innovations de rupture qui nécessitent à la fois une expansion des espaces des concepts et un fort apprentissage de la part des coopérants. Dans un partenariat de conception, les auteurs vont tenter de concevoir un objet alors que ces mêmes partenaires ont des connaissances limitées, il n'est pas possible de prescrire totalement le travail à effectuer. (Hatchuel, 1996, Hatchuel, Le Masson P., et al., 2002) désignent ces situations comme étant nécessairement basées sur des « prescriptions faibles » ; à ce niveau, il devient impossible de définir des buts précis, les acteurs se répartissent provisoirement les tâches en fixant des « objets de connaissances » (Ibid., p27) (ex. organiser une veille sur la domotique...).

Le Tableau 11 et la Figure 29 présentent une synthèse comparative des trois types de partenariat de conception que nous venons d'aborder.

	sous-traitance	co-développement	partenariat d'exploration
<i>mission générale</i>	exploiter des ressources et compétences externes	spécifier conjointement le produit à développer	découvrir de nouvelles opportunités
<i>objet de la coopération</i>	objet connu et spécifié techniquement	objet partiellement connu, spécifié fonctionnellement	objet peu ou pas connu
<i>connaissances nécessaires</i>	parfaitement connues expertises et compétences identifiées	moyennement connues	connaissances nécessaires à définir et à acquérir
<i>degré d'incertitude</i>	faible : - peu ou pas d'interfaces critiques, - forte autonomie du fournisseur	moyen : - les caractéristiques techniques du produit restent à définir - identifier les interfaces problématiques et les lacunes d'apprentissage	forte : les artefacts et les objets de coopération restent à concevoir entièrement
<i>régime de conception</i>	activité de production plutôt que de conception	conception réglée	conception innovante

Tableau 11. Analyse comparative de trois types de partenariat de conception : sous-traitance, co-développement et partenariat d'exploration

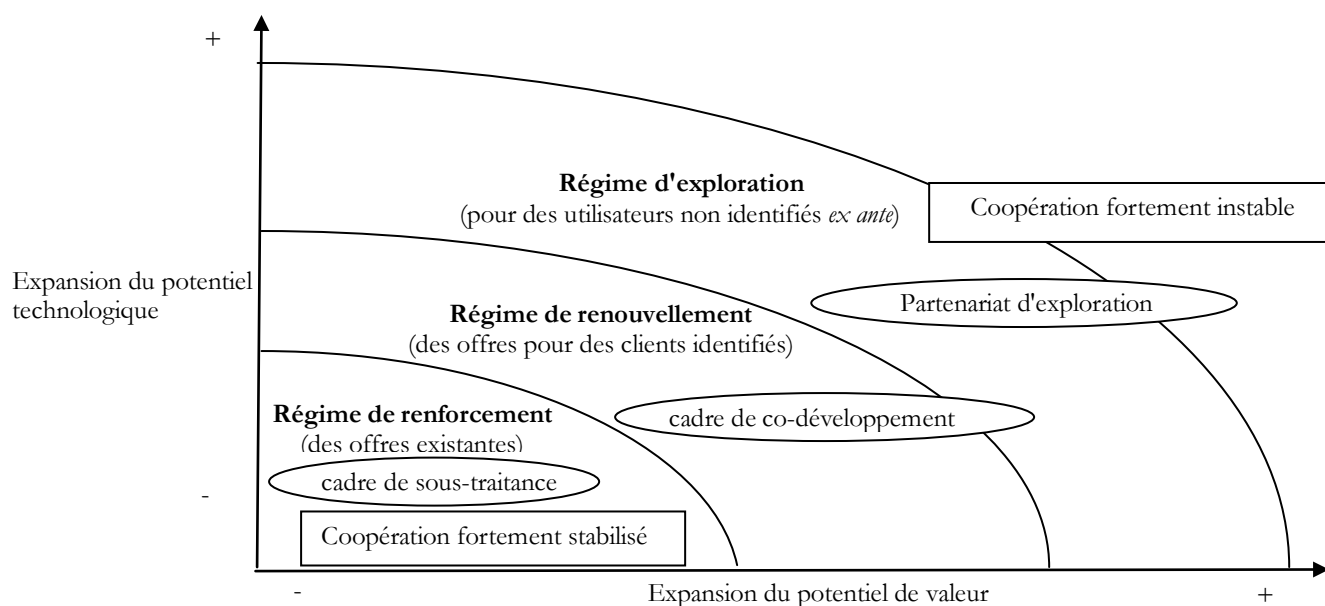


Figure 29. Positionnement des partenariats de conception par rapport aux régimes de conception adapté de (Garel et Rosier, 2007)

2.2. Caractérisation des déterminants du processus de co-exploration

2.2.1. Le stade d'émergence de la co-exploration interfirmes : un concept plus ou moins bien identifié *ex-ante*

Généralement, les partenariats d'exploration s'établissent très en amont dans le processus de conception⁶⁸. Cette remontée en amont du processus de conception, nous l'avons vu, a une répercussion importante : les partenariats sont conclus alors que le *common purpose* (Barnard, 1968) de la coopération n'est pas encore clairement définie (cf. Figure 30). Autrement dit, les partenaires ne savent pas exactement sur quels concepts⁶⁹ ils vont pouvoir collaborer.

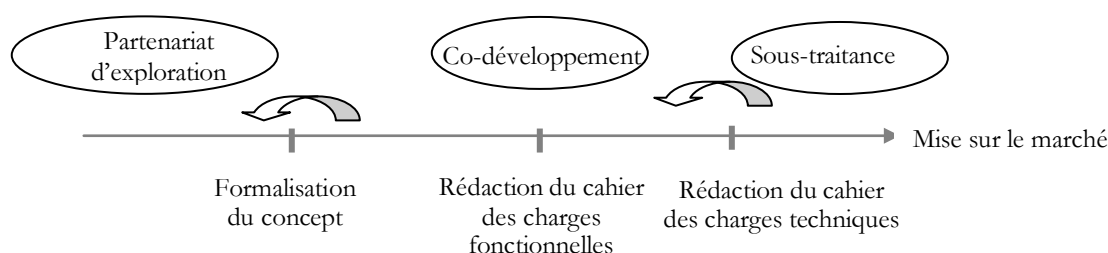


Figure 30. Des coopérations interentreprises de plus en plus en amont du processus de conception (Gillier et Piat, 2008)

Cette particularité est cependant à relativiser car, si l'objet de coopération est clairement moins bien identifié qu'en co-développement, la littérature mentionne quand même des marchés et des technologies plus ou moins identifiés selon les cas. Nous retiendrons trois configurations pour les partenariats d'exploration (cf. Figure 31, p.110) :

- le cas 1 : le partenariat à technologie poussée

Dans ce cas, la technologie est identifiée mais les membres souhaitent explorer de nouvelles fonctionnalités, diversifier les débouchés d'une technologie. Il s'agit généralement de technologies de ruptures ou des technologies émergentes dont les potentialités restent à découvrir (Garel et Rosier, 2008a). Nous retrouvons ce cas dans les « industries amonts » (sidérurgie, chimie...) où le fournisseur de technologie doit nécessairement être force de propositions innovantes, à la fois pour se différencier de la concurrence mais aussi pour être proactif et ne pas trop subir les changements de direction formulés par ses clients. Le fournisseur a pour mission de séduire son client en le persuadant de travailler avec lui sur de nouvelles prestations innovantes. (Midler,

⁶⁸ Pour (Garel et Rosier, 2008b):134, "l'exploration ne se situe pas nécessairement en amont, loin du marché. L'exploration ne peut se réduire à ce qui précède le développement des nouveaux biens ou services." Nous souscrivons entièrement à cette remarque, il nous semble effectivement possible d'explorer dans d'autres activités que la conception de produits. Cependant, dans cette thèse, nous étudierons l'exploration dans les phases amont de la conception.

⁶⁹ Au sens de la théorie C-K

2000):36 reporte le cas d'un groupe chimiste qui explore avec des formulateurs le potentiel des peintures à l'eau à concurrencer les peintures à base solvants. Il s'agit principalement pour le groupe chimique de récupérer des données sur le marché final afin d'attribuer un niveau de performance aux différentes formulations possibles.

- le cas 2 : le partenariat à technologie tirée

Symétriquement, nous trouvons une configuration dans laquelle la performance et les concepts sont relativement bien connus et où il s'agit d'explorer des solutions techniques. Dans ce cas, c'est le client qui va être à l'initiative de la coopération.

- le cas 3⁷⁰ : cas hybride

Enfin, la littérature recense des expériences intermédiaires où le *common purpose* est encore moins bien identifié. C'est le cas notamment des coopérations qui visent à explorer conjointement de nouvelles technologies ou plutôt de nouveaux champs technologiques aux finalités produits multiples. C'est notamment le cas de la recherche menée par (Marshall et Segrestin, 2002) sur un partenariat exploratoire entre trois partenaires (un opérateur de télécommunication, un fournisseur de technologie dans la technologie mobile, un spécialiste des plateformes informatique) pour explorer les champs nouveaux de l'Internet Mobile. Dans ce cas là, il s'agit de mener des explorations à la fois sur les solutions techniques et les valeurs sur lesquelles l'innovation doit se focaliser.

De manière générale, nous retiendrons que le *common purpose* n'est pas une donnée d'entrée du partenariat, l'objet de la coopération n'est pas implicite à la coopération mais doit littéralement être conçu par les partenaires. Nous reviendrons plus loin sur le processus de formation de la coopération et pointerons les limites de la littérature à ce sujet.

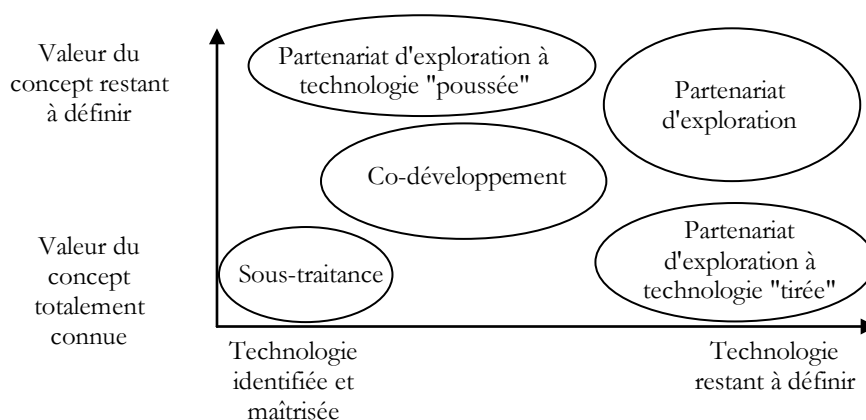


Figure 31. Différents cas de partenariats d'exploration selon le couple technologie/marché

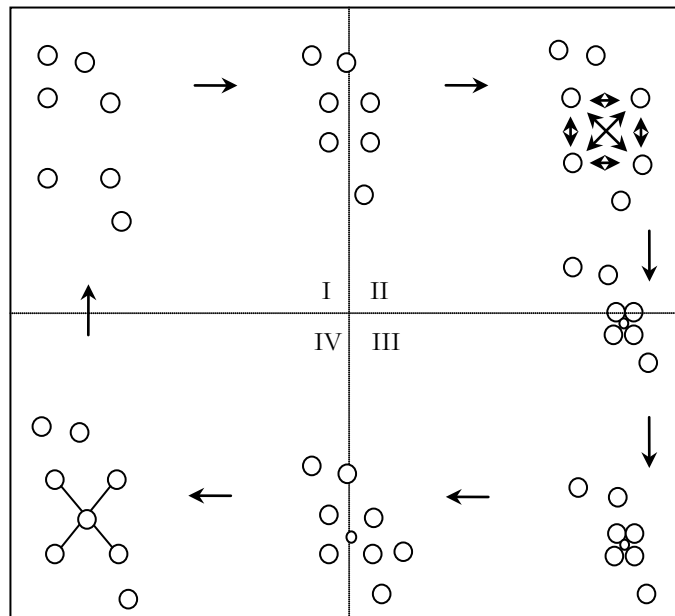
⁷⁰ Notre étude de cas se réfère plutôt à cette dernière configuration (Cf. Chapitre VI).

2.2.2. Les partenariats d'exploration : modèles existants et crises reportées

2.2.2.1. Des modèles linéaires limités

Préoccupons nous maintenant de la manière dont évoluent les partenariats d'exploration. Durant notre recherche, nous avons pu observer modèles qui décrivent le processus de co-exploration. (Kreiner et Schultz, 1993) proposent de décrire la co-innovation selon 3 étapes linéaires : une étape de « découverte des opportunités », une étape « d'exploration des possibilités » où des projets vont être formalisés et « une étape d'exécution » de la coopération. Dans une perspective similaire, (George et Farris, 1999) proposent 5 phases : "recognition", "research", "relationship set-up", "ramp-up", "ongoing management". Enfin, (Bossink, 2002) modélise la co-innovation par plusieurs modèles⁷¹ dont un constitué de 4 étapes : "autonomous strategy making", "co-operative strategy making", "founding an organization for co-innovation", "realization of innovations" (cf. Tableau 12 de la page suivante). Malheureusement ces trois modèles prescriptifs sont très généraux et ne permettent pas selon nous, de rentrer finement dans le processus de co-innovation. Selon nous, ces différents modèles pourraient s'appliquer à n'importe quelles coopérations de R&D quel que soit leur régime de conception ! Les auteurs se focalisent généralement sur les moyens qui vont permettre de mener la co-innovation, certains vont par exemple donner beaucoup d'importances à certaines métiers (la R&D, la Stratégie ...) mais au final peu de chose est dit sur le processus de co-innovation lui-même !

⁷¹ Un autre modèle du même auteur distingue 8 phases pour réussir un partenariat d'exploration : "autonomous innovation", "networking", "exploration", "formation", "organization", "planning", "co-innovation", "dismantling" (Bossink, 2007).



<i>Stage</i>	<i>Interaction pattern</i>
I. Autonomous strategy making	<ul style="list-style-type: none"> • Organizations choose to or are forced to innovate and explore co-innovation possibilities with each other.
II. Co-operative strategy making	<ul style="list-style-type: none"> • Organizations negotiate about costs and revenues with each other.
III. Founding an organization for co-innovation	<ul style="list-style-type: none"> • Organizations enter into contracts with each other. • Organizations reach agreements with each other. • Organizations develop innovation plans with each other. • Organizations found an organization for co-innovation with each other. • Organizations establish governance bodies in which they are represented.
IV. Realization of innovations	<ul style="list-style-type: none"> • Organizations come together to realize innovations. • Organizations use management methods to manage the process of innovation realization. • Organizations need innovation champions and leaders that drive innovation creation. • Organizations communicate with the market

Tableau 12. Les 4 étapes de la co-innovation de (Bossink, 2002)

2.2.2.2. Apprentissage et crise de cohésion/coordination

D'autres auteurs proposent de représenter le processus de co-exploration comme un processus cyclique : la coopération s'affinant suite aux apprentissages réalisés au cours de l'exploration. (Doz, 1996) montre en effet que les partenaires devant faire face à des objectifs stratégiques incertains, la coopération n'est pas de nature programmable mais nécessite une évaluation et un réajustement continu des conditions partenariales de départ : redéfinition des tâches, des attentes de chacun, des routines, des interfaces... Dans une perspective dynamique et évolutionniste similaire, (Ring et Van de Ven, 1994) modélisent la coopération selon 3 phases itératives : « négociations », « engagements » et « exécutions ». Chaque phase est évaluée du point de vue de son efficacité et de son équité ; à chacun des cycles, l'engagement des partenaires est renforcé (cf. Figure 32).

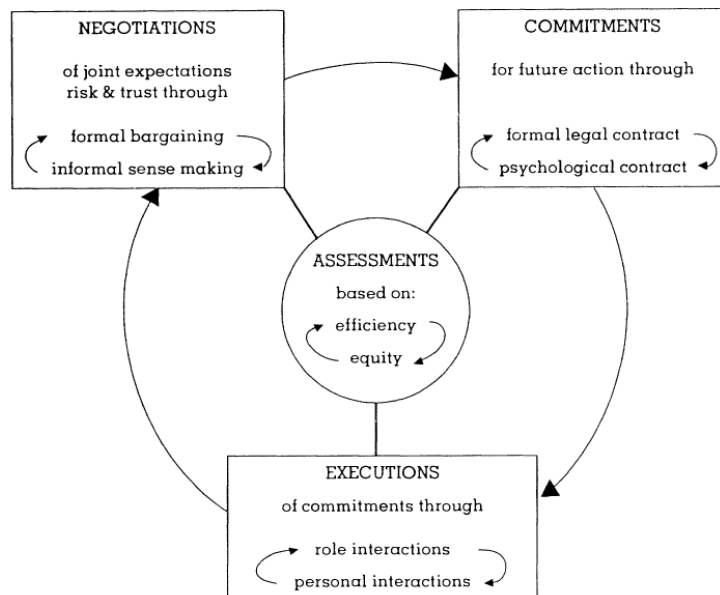


Figure 32. Evolution de la coopération (Ring et Van de Ven, 1994)

Dans la lignée des travaux de (Doz, 1996), la modélisation proposée par Blanche Segrestin nous semble être la plus utile pour comprendre spécifiquement les dynamiques des partenariats d'exploration. (Segrestin, 2003) montre que le processus de co-exploration ne se résume pas à l'exploration d'un concept innovant mais aussi à l'exploration des intérêts entre les différents acteurs. Autrement dit, le processus de co-exploration ne va pas être uniquement guidé par l'apprentissage qui va être réalisé au cours des projets mais aussi par les apprentissages qui vont naître de l'interaction des partenaires. Nous rejoignons ici la notion de « prescription réciproque » proposée par (Hatchuel, 1996, Hatchuel, Le Masson P., et al., 2002) qui désigne le fait que

« l'apprentissage de l'un est modifié par l'apprentissage de l'autre, modifications qui tiennent aussi bien aux relations qui existent entre les deux acteurs, qu'à la nature des savoirs qu'ils élaborent » (Ibid., p38). (Segrestin, 2003) décrit l'exploration collective comme une double exploration (cf. Figure 33) :

- une exploration de la *coordination*⁷², c'est à dire les conditions dans lesquelles les acteurs vont organiser leurs actions pour définir et atteindre des objectifs partagés. Il s'agit d'explorer le concept nouveau à concevoir.
- et une exploration de la *cohésion*⁷³, c'est à dire le cadre organisationnel (contrat, règle de partage des résultats, condition d'entrée et sortie du partenariat...) qui va permettre de lier les acteurs et ainsi former un collectif. Il s'agit d'explorer les intérêts des différents partenaires, « explorer ce qu'il peut y avoir comme coopération possible entre des partenaires » (Hatchuel, 1996):106.

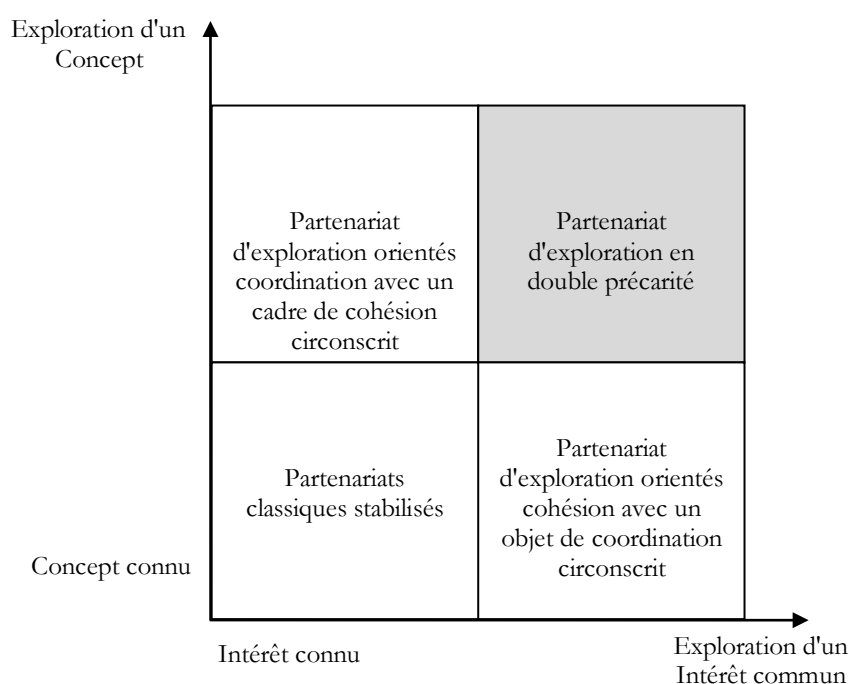


Figure 33. L'exploration des concepts et l'exploration d'un intérêt commun selon (Segrestin, 2003)

⁷² La notion de coordination renvoie "à l'ensemble des dispositifs et des instrumentations mis en œuvre dans un collectif par rapport à certains critères d'efficacité." (Segrestin, 2006):77.

⁷³ La cohésion est pour l'auteur "le cadre de l'action sur lequel les acteurs s'entendent et qui permet, sans déterminer l'action, qu'elle soit engagée et poursuivie dans des conditions acceptables pour tous" (Segrestin, 2006):62.

Or, comme le signale (Segrestin, 2003), l'incertitude concerne simultanément les aspects de cohésion et de coordination, *une double précarité* selon l'auteur : c'est là le principal apport de l'analyse de Segrestin et qui va permettre de rendre compte de l'extrême instabilité des partenariats d'exploration. En effet, nous avons déjà montré (cf. p103), que dans les partenariats d'exploration, le fait que l'objet du partenariat ne soit pas bien défini mettait à mal les repères de coordination, qu'il était difficile de diviser le travail et que les partenaires rencontrés une crise dans leurs rapports de prescription. Mais ce n'est pas tout, du fait que l'objet et les résultats de la coopération ne soient pas identifiés au préalable, la cohésion du groupe est aussi rendue instable. En effet, il semble légitime que chaque acteur se questionne sur son intérêt et sa volonté de s'engager dans les projets. Il devient difficile pour les acteurs de choisir ensemble des projets communs.

(Segrestin, 2003) montre la forte instabilité des partenariats d'exploration, par exemple, les propres intérêts des partenaires vont influencer sur l'objet à concevoir, les orientations du concept dû à des événements imprévisibles (découverte d'un nouveau phénomène, d'un nouveau brevet...) vont-elles toujours satisfaire les différentes parties-prenantes ? Inversement, les modifications du concept dues aux orientations stratégiques propres aux différents partenaires vont-elles pouvoir être intégrées à l'exploration (cf. Tableau 13) ? L'auteur recommande de gérer le couplage de ces deux dimensions tout au long du processus ; il s'agit de veiller à l'équilibre entre les composantes de coordination et cohésion⁷⁴ à travers notamment une gestion particulière des aspects contractuels, en la matière des contrats spéciaux d'exploration⁷⁵ (cf. Annexe 4 , p288). Nous y reviendrons plus tard dans ce chapitre.

quelques évènements fictifs	crises potentielles de coordination	crises potentielles de cohésion
La rencontre avec un expert a mené à la découverte d'un « étrange » matériau aux propriétés intéressantes, son exploration nécessite un projet à part entière.	Comment faire pour intégrer les compétences de l'expert dans le projet ? Quelles sont les prochaines études à lancer ?	Comment est-il possible de revoir les conditions d'engagement des partenaires ? Les partenaires vont-ils accepter la demande d'une augmentation d'allocation de ressource malgré l'incertitude sur les résultats ?
Lors du projet, un partenaire accepte de prendre en charge une mission de veille technologique sur la	Quel partenaire acceptera de reprendre le relai bien que cela n'ait pas été prévu au début du projet ?	Comment les partenaires vont-ils accepter ce retournement ? La confiance entre les partenaires sera-t-

⁷⁴ (Segrestin, 2004) reporte par exemple qu'après chaque expérimentations, RENAULT et Nissan "convenaient de faire des bilans et éventuellement de réviser les termes du partenariat et le périmètre des acteurs. Les partenaires peuvent aussi instituer des devoirs d'alerte quand ils s'aperçoivent que le champ d'exploration a changé, que le régime de conception s'est modifié ou que leurs intérêts ne sont plus en phase avec les modalités de coordination."

⁷⁵ Afin d'éviter les conflits, (Segrestin, 2003) recommande l'emploi de contrats prenant en compte les apprentissages et qui gèrent les opportunités et les risques inhérents à l'exploration. Ces contrats se doivent d'être flexibles et révisables au fur et à mesure de l'exploration (Das et Teng, 1998) afin de préserver la confiance au sein du partenariat (Blomqvist, Hurmelinna, et al., 2005). Cette dimension ne sera pas étudiée dans cette thèse.

domotique. Petit à petit, le partenaire se désengage ...		elle affectée ?
Un nouveau partenaire entre dans le partenariat, celui-ci est tout particulièrement intéressé par un ancien projet abandonné.	Trouvera-t-il une cohérence avec les projets actuels ?	Ce projet peut-il être relancé malgré le peu d'intérêt des anciens partenaires ?
Un des partenaires embauche un nouveau responsable pour le représenter au sein du partenariat.	Le nouveau responsable va-t-il reconsidérer l'effectif de son équipe projet ?	Comment celui-ci va-t-il être accepté par les instances de décision ? Les relations de pouvoir vont-elles évoluer ?

Tableau 13. Une incertitude sur la cohésion et la coordination

2.2.3. La fin des partenariats d'exploration : une forme de coopération transitoire

Un point à souligner est l'aspect transitoire des partenariats d'exploration, à partir du moment où l'objet de la coopération sera parfaitement stabilisé, que les connaissances nécessaires à son élaboration seront connues et totalement exploitables par les partenaires, nous ne pourrons plus parler de partenariat d'exploration mais de coopérations plus classiques comme les partenariats de co-développement. Comme le souligne (Le Masson, Weil, et al., 2006), les régimes de conception innovants sur lesquels se basent les partenariats d'exploration ne sont pas éternels et l'on revient inévitablement à un régime de conception réglée, c'est à dire, en ce qui concerne les coopérations, à des formes de coopération moins incertaines. Cependant, si l'on reconnaît l'aspect transitoire des partenariats d'exploration, nous ne connaissons pas la durée de la transition ; dit autrement : dans l'absolue, on ne sait pas quand un partenariat d'exploration doit se terminer ! En co-développement, les partenaires savent au début que leur coopération s'achèvera quand le produit sortira ou quand la livraison sera faite, dans les partenariats d'exploration l'arrêt de la coopération ne peut être précisé objectivement à l'avance, il se peut que la coopération soit prolongée par une modification du champ d'innovation investiguée ou encore arrêtée précipitamment à cause d'une incertitude jugée trop importante !

Concernant la valorisation des partenariats d'exploration, relativement peu d'études s'attachent à expliquer comment une entreprise va pouvoir tirer parti de ces résultats exploratoires dans ses propres activités d'exploitation. Notons à ce sujet quand même, l'apport de (Maniak, 2009) qui montre que pour être intégrées et déployées dans un véhicule, les innovations produites doivent être affinées au fur et à mesure du processus par rapport aux exigences des programmes véhicules déjà lancés.

Dans ces deux premières sections, nous avons caractérisé ce qu'était un partenariat d'exploration. Nous avons montré que l'instabilité de ce type de coopération s'expliquait notamment par le fait

que l'objet de la coopération n'était pas clairement affiché avant le début de la coopération. Les participants de la coopération ne savent pas exactement avec quels usagers, sur quels marchés et sur quelles technologies ils vont-être amenés à coopérer. Nous avons vu que le fonctionnement de ce type de partenariat est amené à évoluer au fur et à mesure des actions qui seront prises, que l'objet de la coopération va se construire au fur à mesure des projets et de la dynamique relationnelle des acteurs. Dans la suite, nous reviendrons plus précisément sur le cœur de notre problématique : la génération de l'objet de coopération dans des partenariats d'exploration.

Nous présenterons un état de l'art critique de la manière dont la littérature adresse cette problématique (modèle opportuniste, modèle conscientisé et modèle de la négociation) et présenterons plus en détail comment nous souhaitons modéliser le *common purpose* d'une coopération et envisageons les instrumentations *ad hoc*.

3. Une littérature limitée pour modéliser et instrumenter les partenariats d'exploration : esquisses de nouvelles perspectives de recherche

Le très fort niveau d'incertitude inhérent aux partenariats d'exploration nous confronte d'emblée à de nombreuses interrogations. Dans cette thèse, nous nous focaliserons sur deux d'entre-elles auxquelles la littérature ne semble, selon nous, pas suffisamment répondre :

- dans la section 3.1., nous montrerons les limites de la littérature pour décrire théoriquement le processus de co-exploration et plus précisément pour décrire les mécanismes de définition des projets innovants permettant de rendre des objectifs « partagés » par un collectif. Nous nous poserons donc la question du processus de définition de la *common purpose*.
- dans la section 3.2., nous soulignerons les difficultés de la littérature pour proposer des outils de pilotage permettant d'assurer simultanément le management multi-projets innovants et les aspects sociaux de la coopération.

3.1. Comment comprendre les processus de co-exploration ?

3.1.1. Une littérature limitée pour décrire les processus de définition de la common purpose et la génération de projets innovants

Alors que la coopération vise fondamentalement à atteindre un objectif commun et que la littérature reconnaît la définition d'objectifs clairs et réalistes comme une clé de succès des partenariats (Geisler, Furino, et al., 1990, Mora-Valentin, Montoro-Sanchez, et al., 2004, Weck, 2006), paradoxalement, le processus par lequel les partenaires vont s'accorder sur les objectifs communs de la coopération est faiblement abordé et les explications apportées sont limitées. Parfois même, la question de savoir comment l'objet de la coopération émerge n'est tout simplement pas abordé ; les recherches sur la coopération commençant seulement après que les objectifs soient partagés. Nous avons pu cependant remarquer différentes approches pour tenter d'expliquer les mécanismes permettant aux acteurs d'une coopération de savoir ce sur quoi ils vont pouvoir collaborer et comment des projets innovants coopératifs vont être générés, nous les avons synthétisés en trois modèles (cf. Tableau 14) :

1. Le modèle opportuniste : Dans ce premier modèle, la littérature explique que la génération de projets innovants et la formation d'intérêts communs reposent sur une

heureuse rencontre entre des parties qui ne se connaissaient pas forcément auparavant et qui réalisent fortuitement qu'ils ont des intérêts similaires. (Kreiner et Schultz, 1993) reportent par exemple que c'est à l'occasion d'une rencontre lors d'une conférence scientifique ("accidental encounters" (Ibid., p195)) que des acteurs ont découvert un intérêt mutuel. (Pérocheau, 2007) reporte le cas d'un projet initié lors d'une rencontre entre une société souhaitant développer un capteur de pollution marine et un laboratoire de recherche qui menait des études scientifiques en microbiologie. L'auteur utilise ensuite le cadre de la théorie C-K pour tenter de rationaliser cette rencontre fortuite, d'après lui, c'est l'association de deux connaissances au préalable sans rapport apparents qui fut à l'émergence du projet : « C'est de leur rencontre fortuite et de la discussion qui s'en suivit que Messieurs L et G, associant leurs connaissances, créèrent la disjonction⁷⁶ à l'origine du concept Biocapteur ». D'après (Ring, Doz, et al., 2005), ces coopérations sont *émergentes*, la convergence d'intérêt est révélée par des événements particuliers (Ibid., p146, traduit de l'anglais) non anticipés. Mais pourquoi ces événements sont-ils « particuliers » aux yeux des acteurs ? Parmi toutes les rencontres qu'il est possible de faire, comment les acteurs parviennent-ils à détecter et à retenir les bonnes opportunités ? Si des projets émergent à partir d'une combinaison astucieuse de connaissances, comment les acteurs peuvent-ils orienter leur recherche de connaissances ? Existe-t-il une maîtrise possible du processus de disjonction sémantique ?

2. Le modèle « conscientisé » : Dans ce second modèle, l'objectif de la coopération est au contraire pilotée rationnellement avant la coopération. Dans cette vision, les objectifs du partenariat couleraient presque de source, les acteurs travaillent conjointement car ils savent qu'ils ont des besoins complémentaires et similaires, ils sont au courant de leur interdépendance stratégique (Ibid., p145, traduit de l'anglais), la coopération permet par exemple de réconcilier une promesse technologique et une potentialité commerciale. Ici, l'objet de la coopération est obtenu par une superposition et une réconciliation d'enjeux communs préexistants. Avant de coopérer, les partenaires savent ce qu'ils recherchent, ils connaissent au préalable l'objectif visé et peuvent sélectionner les meilleurs candidats. Dans cette même perspective, (Doz, 1996) note que de nombreux auteurs « font implicitement l'hypothèse que les alliances doivent permettre de satisfaire des d'objectifs

⁷⁶ Nous rappelons aux lecteurs que la disjonction sémantique est l'opérateur qui, associant deux connaissances disjointes, permet de passer de l'espace des connaissances à celui des concepts (cf. Chapitre IV sur la théorie C-K). Dans notre exemple, la société souhaitait créer un capteur de pollution d'hydrocarbure bas coût (K_1) et le laboratoire connaissait un micro-organisme J qui au contact d'hydrocarbure devenait jaune (K_2). De l'association de K_1 et K_2 , ils ont eu l'idée de tenter de créer un concept de capteur de pollution avec des micro-organismes J embarqués (C_1).

stratégiques clairement définis » (p56, traduit de l'anglais). Dans le domaine de la construction durable, (Bossink, 2007) explique qu'avant même de coopérer, les fournisseurs et les clients avaient déjà de leur côté étudié la question; les clients avaient débloqués des budgets pour développer des « technologies vertes » et les clients avaient déjà commencé à intégrer des propriétés écologiques dans leurs produits. Dans ce même modèle, la coopération peut être aussi à l'initiative d'un partenaire unique, puissant financièrement par exemple, qui vient imposer ses propres objectifs à la coopération ou encore un membre à la capacité de *leadership* affirmé. Dans ce modèle, une question qui subsiste est de savoir ce qui se passe si les objectifs des partenaires changent, toute modification signifie-t-elle l'arrêt de la coopération ? Comment expliquer la manière dont les partenaires vont s'adapter et faire évoluer leurs intérêts initiaux ? Comment théoriquement expliquer cela ?

3. Le modèle de la négociation et du *sensemaking* : Enfin, une part non négligeable de la littérature s'accorde sur le fait que les partenaires engagés dans une coopération ont des attentes et des intérêts souvent limités, multiples voir même contradictoires⁷⁷, que l'objet de la coopération n'est pas naturel mais qu'il procède d'un acte de construction entre les participants. Les auteurs sont nombreux à proposer des modèles de coopération débutant par des étapes de *négociation* où un compromis acceptable est recherché (Brouthers et Brouthers, 1997, Das et Bing-Sheng, 1997, Luo, 1999, Ring et Van de Ven, 1994). Malheureusement, comme le souligne (McKinney, 2000):36 "no clear model exists for building consensus", la phase de « négociation » est souvent décrite comme un processus dynamique à travers des « macro-tâches » (échanger des idées et des connaissances, contractualiser, formaliser les incertitudes et les retours sur investissements potentiels, résoudre les conflits...) ou de « bonnes pratiques » (bien choisir les négociateurs, négocier dans un esprit collaboratif et non compétitif ...) sans toutefois permettre de comprendre d'un point de vue théorique comment l'objet de la coopération va se construire (Hey, Joyce, et al., 2007). La compréhension théorique du processus de négociation reste faiblement expliquée, il s'agit ni plus ni moins qu'une manière de « communiquer entre des acteurs qui ont des conflits d'intérêts dans l'espoir de trouver une solution commune » (Westerberg, 2007) (traduit de l'anglais, p.21). Selon (Ring et Van de Ven, 1994):97 l'étape de négociation est composé d'interactions entre des tractations formelles

⁷⁷ Voir le cas proposé par (Doz et Hamel, 2000) dans l'exemple de NUMMI, l'usine Californienne de Toyota et de General Motors.

et des processus informels de *sensemaking* (Weick, 1974). Un objectif deviendra partagé uniquement s'il fait sens pour les partenaires : pour cela les acteurs vont échanger, faire des liens sur leurs propres intérêts afin de faire converger des interprétations différentes. L'objet du partenariat est construit par les partenaires ; ceux-ci construisent leur propre réalité collective. Mais comment représenter ce processus de création de sens ? Comment modéliser d'un point de vue cognitif les répercussions de ces phases de négociation sur les schémas mentaux des partenaires ?

Type de modèle	Hypothèses implicites sur la génération de l'objet de coopération	Limitations
opportuniste	<p>La définition des objectifs de la coopération résulte d'un processus de découverte fortuite.</p> <p>Les objets de coopération sont considérés comme latents.</p>	<p>Peu de contrôle sur la génération de l'objet de coopération :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recherche de nouvelles informations non ciblées : comment savoir quelles connaissances ou quels concepts combiner ? - Aucune planification possible de la coopération.
« conscientisé »	<p>La définition des objectifs de la coopération résulte d'un processus logique stratégiquement élaboré au préalable.</p> <p>Les objets de coopération sont considérés comme prédéfinis.</p>	<p>Peu de flexibilité sur la génération de l'objet de coopération :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pas de remise en question de l'objet de coopération durant la coopération : comment prendre en compte le processus chemin-faisant de l'innovation ? Doit-on limiter la coopération à ce qui était convenu de faire ? - Limitation dans le choix des partenaires : seuls les partenaires dont les intérêts se superposent seront prospectés : comment expliquer les coopérations parfois incongrues de l'innovation ouverte ?
négociation	<p>La définition des objectifs de la coopération résulte d'un processus de construction, d'échanges formels et informels.</p> <p>Les objets de coopération sont considérés comme à élaborer.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Comment décrire théoriquement le processus de création de sens ? - Comment expliquer théoriquement chacune des activités de la négociation (échanger des idées, contractualiser, déceler des intérêts conflictuels...) ? - Comment contribuent-elles à la génération de l'objet de coopération ?

Tableau 14. Trois modèles de la génération de projets collaboratifs innovants et leurs limitations

3.1.2. Esquisse de notre proposition théorique

Nous avons vu précédemment que l'objet d'un partenariat d'exploration n'était pas bien connu *a priori* et que la co-exploration menait justement les acteurs à identifier l'objet de la coopération et les connaissances nécessaires à sa réalisation. Nous avons vu aussi, à travers la notion de « prescription réciproque » (cf. p107), que les apprentissages des acteurs vont faire évoluer l'objet de la coopération (Doz, 1996). Au final, modéliser la manière dont le *common purpose* va être défini et enrichi au fur et à mesure de l'exploration correspond à nos yeux à modéliser le processus de co-exploration. De ce point de vue aussi la génération de projets innovants collaboratifs peut être considérée comme un processus de conception à part entière impliquant des activités créatives, de production de connaissances...

Dans la suite de notre recherche, nous proposerons de définir rigoureusement comment se définit l'objet de la coopération à MINATEC IDEAs Laboratory. Le modèle que nous devons proposer devra d'une certaine manière être plus général que le modèle opportuniste, que le modèle « conscientisé » et que le modèle de la négociation. Il devra permettre d'expliquer plusieurs phénomènes qui influencent la de définition de l'objet de la coopération comme : la place de la créativité dans les discussions entre les acteurs, l'évaluation des propositions de coopération, les mécanismes d'activation de connaissances permettant aux acteurs de se comprendre mutuellement, la manière dont les acteurs vont contrôler leurs interactions... Enfin, la description de l'objet de la coopération devra pouvoir évoluer ; par ailleurs, notre modèle devra permettre d'expliquer comment des acteurs peuvent commencer à travailler ensemble alors qu'ils ne connaissent pas totalement la description de l'objet final qu'ils doivent concevoir. Comme nous avons pu l'expliquer précédemment, nous proposerons d'utiliser la théorie de conception C-K pour rendre compte de manière plus précise les mécanismes d'exploration qui vont permettre de rendre des objectifs partageables par un collectif. Le Modèle Matching/Building permettant d'unifier ces différentes perspectives sera présenté dans le chapitre VII.

3.2. Comment agir dans un partenariat d'exploration ?

3.2.1. Des principes organisationnels mais très peu d'outils expérimentés pour piloter des champs d'innovations technologiques

Au fur et à mesure de leur exploration, les membres d'un partenariat d'exploration doivent concevoir leur propre outil pour cartographier ces espaces nouveaux, pour désigner les obstacles potentiels à franchir, pour décider des zones d'apprentissage intéressantes ou pour trouver de nouveaux concepts de valeurs. Dans cette section, nous proposons de réaliser une courte synthèse des recommandations et des obstacles recensés par la littérature pour instrumenter des partenariats d'exploration et plus précisément pour co-piloter et co-explorer des champs d'innovation de nature technologique.

L'approche par la conception innovante et notamment le formalisme proposé par la théorie C-K apparaît comme un cadre conceptuel fécond pour piloter l'exploration. La littérature qui porte sur le sujet nous éclaire déjà sur quelques principes managériaux à adopter pour mener à bien des activités de co-exploration technologique. Nous avons retenus cinq grands principes managériaux : les trois premiers font référence aux situations d'exploration de manière générale et les deux derniers sont spécialement élaborés pour les partenariats d'exploration :

1. Des explorations pilotées par des comités d'innovation dans des organisations dédiées : (Ben Mahmoud-Jouini, Charue-duboc, et al., 2009, Garel, Rosier, et al., 2008, Le Masson, Weil, et al., 2006) se rejoignent pour préconiser d'adopter une « organisation en anneaux » dédiée à l'exploration où l'on retrouve au centre un comité d'innovation qui a pour charge de vérifier la cohérence de l'exploration vis à vis de la stratégie de l'entreprise. Un second cercle correspond au *core-team*, c'est à dire l'équipe en charge de l'exploration opérationnelle du champ d'innovation. Nous y retrouvons le responsable de l'exploration, de préférence expérimenté, qui est capable de tisser des liens étroits avec le comité d'innovation. Par définition, les connaissances nécessaires n'étant pas déterminées au préalable en exploration, il semble donc difficile de définir à l'avance les compétences souhaitables pour explorer des champs d'innovation. Généralement, la littérature conseille de constituer des équipes composées de compétences hétérogènes pour soutenir une logique de partage de savoir. Enfin, un dernier cercle formé par des compétences supports (production, maintenance, maquettage...) lesquelles sont mobilisés occasionnellement sur des tâches.

2. Orienter l'exploration sur des missions d'exploration confinées et évolutives selon l'apprentissage :

Face à l'immensité du champ à explorer, une première recommandation est d'identifier rapidement une première zone d'exploration où les acteurs pourront rapidement apprendre pour ensuite redéfinir cette zone et régénérer leur espace d'exploration. Ici, il s'agit de progresser par l'action, d'avancer par des épreuves de tests. Le rôle du prototypage apparaît ici comme une activité à privilégier dans les situations d'exploration, notamment pour les champs d'innovations technologiques (Garel et Rosier, 2008a, Holmberg, Le Masson, et al., 2003, Lenfle, 2008, Segrestin, 2003, Thomke, 1998). (Garel et Rosier, 2008a) insistent particulièrement sur l'intérêt du prototypage pour les explorations technologiques ; il s'agit d'une certaine manière de laisser les prototypes entre les mains de futurs utilisateurs potentiels pour constater les changements d'activité et les nouveaux bénéfices procurées par la technologie⁷⁸. Au fur et à mesure de leur apprentissage, les acteurs vont devoir prendre des nouvelles directions de recherches, pour (Garel et Rosier, 2007) : « Explorer implique donc de multiplier les itérations *in situ* avec des utilisateurs potentiels, notamment sur la base de prototypes démontrant un savoir-faire technique et révélant un design et d'intégrer les bifurcations les plus radicales comme principe de management ».

3. Coordonner les projets selon les concepts et connaissances générées dans les projets :

Plutôt que de mener un unique grand projet, les acteurs ont plutôt intérêt à explorer en multipliant les projets. Il s'agit de lancer des « sondes » dans différentes directions, des missions sur plusieurs couples marché/technologie (Silberzahn et Midler, 2008) et de préciser leur trajectoire au fur et à mesure de l'exploration. De ce fait, il doit être possible de gérer le portefeuille de missions d'exploration. Cette coordination entre missions est possible en capitalisant sur les concepts et connaissances générées sur les différents projets. Il s'agit de lancer des projets d'exploration pour qu'ils se nourrissent mutuellement ; un projet ne doit finalement pas être piloté isolément mais vis à vis de sa participation à l'ensemble du champ d'innovation exploré. Au final, il s'agit de contrecarrer un pilotage risqué « d'essai-erreur » en se focalisant sur les connaissances et concepts générés pour permettre d'affiner l'investigation du champ d'innovation. La

78 (Garel et Rosier, 2007) relatent par exemple le cas d'expérimentations où des pompiers ont bénéficié des technologies innovantes d'AXANE (constructeur et fournisseur de pile à combustible) qui ont permis de mettre en évidence des situations problématiques jusqu'alors insolubles avec les technologies existantes.

figure ci-dessous proposée par (Lenfle, 2001) synthétise l'exploration d'un espace de conception : chaque étude précise les connaissances et concepts produits sur un paramètre particulier du projet (univers du client, définition du service, recommandations techniques...), ce qui permet aussi d'évaluer le degré de complétude de chaque étude et de pouvoir réutiliser des connaissances générées par une étude sur une autre (cf. Figure 34).

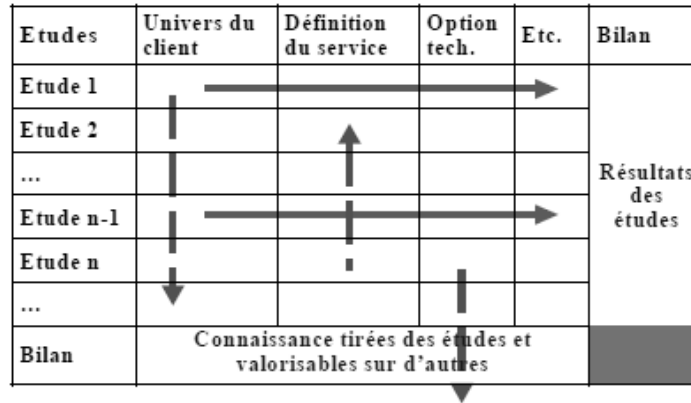


Figure 34. Manager la contribution réciproque des concepts et connaissances des différents projets d'après (Lenfle, 2001)

4. Gérer le couplage entre cohésion et coordination : nous avons vu précédemment que la gestion des partenariats d'exploration impliquaient de gérer simultanément la coordination et la cohésion (cf. p114). (Segrestin, 2003) a montré que pour piloter un partenariat d'exploration, les partenaires devaient à la fois coordonner leurs activités et les apprentissages qu'ils effectuent et gérer la cohésion sociale des acteurs afin d'éviter les conflits. De tels partenariats doivent pouvoir permettre aux acteurs de s'engager dans une action collective bien que tout ne soit pas défini à l'avance, l'auteur recommande un cadre juridique spécifique, les contrats spéciaux d'exploration permettant de réviser les engagements des partenaires (cf. Annexe 4, p.288)

5. Favoriser des actions collectives centrées sur des « demi-produits » : Enfin, (Segrestin, 2003) basé sur les travaux de (Weil, 1999) propose de circonscrire l'exploration en lançant des missions d'explorations autour de « demi-produits » capables de soutenir des explorations conjointes. Les demi-produits ne sont pas des produit finaux mais des produits intermédiaires ; il s'agit de faire travailler des partenaires ensemble autour d'un

ensemble de paramètres bien définis que ceux-ci pourront par la suite développer selon leurs propres contraintes et objectifs.

Bien que ces recommandations managériales nous permettent d'ores et déjà de bien percevoir les spécificités liées à l'exploration, la traduction opérationnelle de ces recommandations managériales reste largement à construire. De notre point de vue, trop peu d'outils méthodologiques sont proposés par la littérature pour piloter l'exploration et plus généralement pour piloter les partenariats d'exploration.

3.2.2. Esquisse de notre proposition managériale

Alors que l'activité de cartographie est centrale dans les partenariats d'exploration, peu de recherches visent à instrumenter concrètement des outils de « navigation ». La théorie C-K, qui apparaît comme un cadre conceptuel pertinent pour l'exploration, est relativement peu mise en pratique⁷⁹ sur le plan de l'organisation et les questions de son opérationnalisation restent entières : quelle axiomatique proposer pour élaborer une cartographie C-K ? Comment intégrer les résultats finaux et intermédiaires des projets dans une cartographie basée sur la théorie C-K ? Comment montrer l'évolution des espaces de connaissances et concepts aux yeux des acteurs de l'exploration ?

Dans cette thèse, nous proposerons donc d'expérimenter concrètement des outils méthodologiques dans des partenariats d'exploration. Nous présenterons dans le chapitre VIII, un système basé sur la théorie C-K qui permet de cartographier la zone d'exploration d'un champ d'innovation en pointant les connaissances et concepts explorés sur les projets menés mais aussi les synergies possibles entre partenaires.

Enfin, vis à vis de la dimension technologique, la réponse prédominante pour explorer des technologies semble-être être le recours au prototypage, mais est-ce seul moyen ? Comment faire pour explorer des technologies qui ne permettent pas, pour des raisons financières par exemple, d'être prototypées ? Faut-il être un expert technique pour explorer une technologie ? Dans le chapitre IX, nous proposerons un outil permettant à des partenaires de co-explorer les possibilités ouvertes par les technologies émergentes comme les micro-nanotechnologies.

⁷⁹La première publication scientifique d'une méthodologie basée essentiellement sur la théorie C-K a été faite en 2009 (Hatchuel, Le Masson, et al., 2009). Celle-ci, dénommée "méthode KCP", est une méthodologie d'aide à la conception collective.

CONCLUSION ET RESUME DU CHAPITRE V

Dans ce chapitre, nous avons pu voir que les partenariats de conception se développent de manière importante car ils permettent de répondre à un contexte d'innovation répétée tout en permettant aux entreprises de se recentrer sur leurs propres métiers. Leur croissance reste cependant fragile et d'important taux d'échecs ont été reportés. Pour assurer la réussite d'un partenariat, nous avons aussi vu que prendre des précautions avant la contractualisation (choix du partenaire, rédaction du contrat,...) n'était pas suffisant et qu'une meilleure compréhension du processus de coopération et une instrumentation adaptée tout au long de la coopération était nécessaire.

Cette approche par les processus de coopération nous a mené à distinguer un type de partenariat de conception qui se différencie des formes de coopération plus classiques comme les partenariats de sous-traitance ou de co-développement : les partenariats d'exploration. Une différence fondamentale tient au fait que l'objet de la coopération n'est pas défini *avant* la coopération mais *pendant* la coopération. Par rapport aux théories de conception, nous nous sommes aperçus que les partenariats d'exploration correspondaient à des régimes de conception innovante : le concept innovant n'est pas identifié, les connaissances et compétences sont encore à déterminer. Nous avons souligné l'apport de Segrestin qui décrit la co-exploration comme une double exploration : l'exploration qui est faite sur les différents projets menés mais aussi à travers les intérêts et préférences des différents partenaires du partenariat. Puis, nous avons synthétisé trois grandes manières dont les chercheurs expliquent la définition de l'objet d'une coopération : l'objet de la coopération émergerait suite à des rencontres fortuites et ne reposerait sur aucune logique modélisable, l'objet de la coopération serait le résultat d'une superposition d'intérêts stratégiques préalablement établis ou enfin que l'objet de la coopération reposerait sur un long processus de négociation et de création de sens. Selon nous, aucune de ces trois approches ne permettent pas d'expliquer de manière suffisamment fine le processus de génération de la coopération. Nous proposerons, dans le chapitre VII, grâce à une extension de la théorie C-K, de modéliser la manière dont l'objet de la co-exploration est généré et comment celui-ci évolue au fur et à mesure de la co-exploration.

Du point de vue managérial, nous avons réalisé une courte synthèse des principes inhérents aux situations de co-exploration : nous avons vu que les projets menés dans des partenariats d'exploration devaient être axés sur des activités permettant des apprentissages rapides afin de réorienter les zones d'exploration et que les projets devaient être gérés de manière coordonnée les

uns avec les autres. Nous avons souligné l'importance de pouvoir cartographier les zones d'exploration et nous avons regretté le peu d'outils opérationnels expérimentés. Nous proposerons dans le chapitre VIII, un système de pilotage permettant d'organiser différentes missions d'exploration. Enfin, dans le chapitre IX, nous proposerons une méthodologie permettant d'explorer des champs d'innovation technologiques sans pour autant devoir forcément nécessiter des travaux de prototypages.

Le prochain chapitre présentera notre étude de cas, un partenariat d'exploration : MINATEC IDEAs Laboratory.

RESUME DE LA PARTIE 1

Cette partie 1 a été consacré à un état de l'art et à dresser les limites de la littérature concernant le management de l'innovation et des coopérations interfirmes.

Dans le chapitre III relatif au management de l'innovation, nous avons montré que l'innovation était souvent présentée selon deux grands paradigmes limités :

- l'innovation serait le fruit des recherches scientifiques. Dans ce modèle, l'innovation résulte d'un management de recherche efficace qui permet de disposer de connaissances pointues. Or, nous avons montré que toutes les innovations n'étaient pas forcément issues d'un savoir technique et que les « innovations conceptuelles » ne pouvaient ici être expliquées. De plus, les recherches n'impliquent pas clairement les logiques qui permettent de détecter les connaissances à acquérir.
- une seconde approche nous a menée à considérer l'innovation comme l'aboutissement d'un processus créatif réussie où l'individu parvenait à se transcender au sein d'organisations créatives. Malheureusement, force est de constater que toute idée n'est pas transformée sur le marché ni même par des projets de valeur pour les entreprises.

Au final, du point de vue de la littérature sur le management de l'innovation, aucun modèle théorique ne semble permettre de comprendre pleinement les tenants et aboutissants du processus d'innovation. Alors que les chercheurs s'interrogent sur les porteurs de l'innovation, des cadres théoriques sont nécessaires pour comprendre l'essence même des processus d'innovation.

Dans le chapitre IV, nous avons proposé de nous intéresser plus spécifiquement à l'activité de conception. Considérant cette activité comme essentielle dans la production d'innovation, nous avons proposé dans ce chapitre de nous intéresser aux théories de conception, c'est à dire aux théories qui permettent de modéliser le processus de conception et notamment de distinguer les processus innovants ou plus routiniers. Nous avons pu aborder différents modèles et avons notamment montré que la théorie C-K était, à notre connaissance, la première théorie qui permettait d'intégrer les aspects d'invention et de création. Selon la théorie C-K, la conception d'une innovation résulte d'une double expansion : une expansion des concepts et une expansion

des connaissances. Le cas des premiers photocopieurs Canon nous a permis d'exemplifier nos propos et de présenter les raisonnements qui ont mené les concepteurs de Canon au succès que l'on connaît. Nous avons terminé le chapitre IV, en montrant que la théorie C-K avait une grande puissance d'interprétation et nous avons cité ses différents courants de recherche. Enfin, nous avons souligné un point sur laquelle les travaux de la théorie C-K étaient faiblement représentés : l'intégration des aspects de coopération en conception. Alors que la théorie C-K permet de modéliser les raisonnements de conception, nous avons souhaité élargir son cadre d'application en formulant l'hypothèse que la théorie C-K pouvait nous être forte utile pour comprendre les « co-raisonnements de conception », c'est à dire la manière dont des concepteurs peuvent ajuster leur raisonnement lorsqu'ils sont en coopération. Nous avons alors proposé d'utiliser la théorie C-K pour modéliser les dynamiques de conception à l'œuvre dans des partenariats de conception.

Enfin, dans le chapitre V, nous avons réalisé une synthèse des travaux relatifs à la coopération interfirmes en innovation. Nous avons montré que les partenariats de conception permettaient d'innover en bénéficiant des expertises des partenaires. En constante progression depuis les années 80, nous avons aussi montré qu'un grand nombre de partenariat échouait. Face à ces échecs, nous avons vu que la littérature se préoccupait de plus en plus des dynamiques inhérentes à la coopération. Cette perspective, nous a permis de proposer des typologies de partenariat selon leur régime de conception.

Nous avons alors présenté un partenariat de conception fondé sur le régime de conception innovante : les partenariats d'exploration. Elaborés très en amont du processus de conception, les partenariats d'exploration ont une très forte spécificité : lorsque les partenaires décident de coopérer, l'objet de la coopération n'est pas parfaitement identifié. Les partenaires ne savent pas exactement ce sur quoi ils vont pouvoir travailler ensemble. Après avoir souligné le contexte de forte incertitude dans lequel évoluent ces coopérations, nous avons décrit les différents modèles permettant de décrire les trajectoires d'un partenariat d'exploration. Le modèle proposé par B. Segrestin a principalement retenu notre attention. Selon l'auteur, la co-exploration consiste à la fois en une exploration de la manière dont les acteurs peuvent se coordonner pour mener des projets innovants et mais aussi d'une exploration des préférences et intérêts des partenaires.

Cependant, deux questions restent en suspens :

- (i) d'un point de vue théorique, comment modéliser la manière dont le *common purpose* d'une coopération va être définie ? Comment des projets innovants vont-ils être générés par les membres du partenariat et comment ces objets de coopération vont-ils évoluer ?
- (ii) d'un point de vue pratique, alors que les partenariats d'exploration se présentent comme très spécifiques, quelles instrumentations *ad hoc* proposer ?

Nous avons alors tenté de trouver des réponses dans la littérature et celles-ci revêtent un caractère limité : soit les objectifs d'un projet de coopération résulteraient d'une « rencontre bien heureuse » (modèle de l'opportunité), soit les objectifs d'un projet seraient stratégiquement élaborés par les parties prenantes avant la contractualisation (modèle conscientisé), soit l'objet de coopération résulterait d'un long processus de « négociation » dont les mécanismes restent aujourd'hui encore inconnus. Cela nous a amenés à esquisser notre proposition théorique (i) : nous proposons d'utiliser la théorie C-K pour modéliser le processus de génération de l'objet de coopération dans les partenariats d'exploration.

Concernant la question de l'instrumentation des partenariats de conception, nous avons pu cerner les grands principes pour gérer des partenariats d'exploration : lancer des missions de courtes durées, bénéficier des apprentissages pour réviser les projets et rediriger l'exploration, mener en parallèle plusieurs projets et capitaliser sur les connaissances et concepts générés par les projets. Malheureusement, force est de constater que ces recommandations ont rarement pu être implémentées dans des outils managériaux. La littérature présente très peu d'outils méthodologiques réellement testés et confrontés à des situations de partenariats d'exploration. Nous proposons dans la prochaine partie de cette thèse de présenter deux outils : un outil permettant de cartographier et piloter des champs d'innovation (cf. Chapitre VIII) et un autre permettant d'explorer les applications possibles de technologie innovante (cf. Chapitre IX). Ces deux outils ont été expérimentés dans un partenariat d'exploration, MINATEC IDEAs Laboratory, notre cas d'étude sera présenté dans le prochain chapitre.

PARTIE 2.

MODELISER LA GENERATION DES
OBJETS DE COOPERATION DANS UN
PARTENARIAT D'EXPLORATION
TRANSECTORIEL

OBJECTIFS ET ORGANISATION DE LA PARTIE 2

Dans la partie précédente, nous avons réalisé un état de l'art de la littérature sur l'innovation, sur les coopérations interfirmes et nous avons justifié l'intérêt de comprendre la génération des objets de coopération interfirmes. Nous avons aussi justifié notre recours à la théorie de conception C-K pour décrire cette génération. Dans cette seconde partie, l'objectif de cette partie est de présenter notre modèle théorique pour modéliser la génération des objets de la coopération dans les partenariats d'exploration et en démontrer la pertinence pour expliquer notre cas d'études.

Cette seconde partie est composée de deux chapitres.

Dans le chapitre VI, nous décrirons tout d'abord notre cas d'étude, le partenariat d'exploration MINATEC IDEAs Laboratory. Nous verrons que ce partenariat, orienté vers les activités d'exploration de nouveaux produits/services à partir de nouvelles technologies telles que les micro-nanotechnologies, est composé de partenaires variés et évolutifs : EDF R&D, CEA, RENAULT, BOUYGUES, ESSILOR, ROSSIGNOL, France TELECOM, Université Pierre Mendès France, Université Stendhal... L'hétérogénéité des savoirs et intérêts des partenaires de MINATEC IDEAs Laboratory posent avec insistance les questions soulevées par notre problématique : comment des partenaires aux secteurs de marché aussi contrastés parviennent-ils à générer ensemble des projets de conception innovante ? Quels instruments de gestion proposer à ce type de coopération ?

Dans le chapitre VII, nous proposerons le Modèle Matching/Building. Nous modéliserons les objectifs d'une coopération comme étant le résultat de deux processus imbriqués : un processus de *Matching* et un processus de *Building*. Basé sur la théorie C-K, nous verrons que ces deux processus permettent aux membres d'une coopération de rechercher et de construire des concepts et des connaissances à partager. Nous interpréterons, à travers ce modèle théorique, plusieurs faits observés à MINATEC IDEAs Laboratory.

CHAPITRE VI. MINATEC IDEAs Laboratory® : DES PARTENAIRES AUX SAVOIRS ET INTERETS HETEROGENES

INTRODUCTION ET ORGANISATION DU CHAPITRE VI

Ce chapitre vise à détailler les points saillants de notre cas d'étude afin d'appréhender empiriquement les pratiques de la co-exploration. Afin de donner plus de repère aux lecteurs, nous réinterpréterons ces informations au regard du socle théorique de la conception innovante et de la littérature concernant les partenariats d'innovation que nous avons pu présenter dans les chapitres précédents. Nous verrons notamment que MINATEC IDEAs Laboratory est un cas empirique révélateur de nouvelles pratiques de l'innovation : un partenariat d'exploration interfirmes regroupant des partenaires aux savoirs et intérêts hétérogènes.

Notre chapitre est organisé en trois sections.

Premièrement, nous présenterons aux lecteurs l'insertion de MINATEC IDEAs Laboratory dans le paysage industriels et scientifiques grenoblois et notamment sa proximité avec le centre de recherche MINATEC®. Nous nous pencherons plus particulièrement sur ce que sont les micro-nanotechnologies et nous présenterons quelques applications industrielles existantes ainsi que leurs axes de développement futurs.

Puis, nous décrirons de manière générale ce partenariat d'exploration transectoriel et nous insisterons sur les éléments-clés permettant d'affirmer que MINATEC IDEAs Laboratory est un cas original et émergent dans l'univers de la coopération en innovation.

Enfin, nous décrirons plus en détails, deux variables importantes pour comprendre et modéliser le processus de co-exploration : l'exploration des concepts innovants et l'exploration des intérêts entre les partenaires. Nous décrirons dans un premier temps, les conditions dans lesquelles se déroulent les situations d'exploration de concepts à MINATEC IDEAs Laboratory : nous détaillerons l'organisation en « plateau de conception », les types de projets d'exploration menés ainsi que les compétences de MINATEC IDEAs Laboratory en matière de conception innovante. Enfin, nous présenterons les partenaires de MINATEC IDEAs Laboratory, leurs intérêts et nous suggérerons aux lecteurs quelques dynamiques des relations de coopérations possibles entre les partenaires.

PARTIE 2- MODELISER LA GENERATION DES OBJETS DE COOPERATION UN PARTENARIAT
D'EXPLORATION TRANSECTORIEL

CHAPITRE VI.
MINATEC IDEAs Laboratory® :
DES PARTENAIRES AUX SAVOIRS ET
INTERETS HETEROGENES

CHAPITRE VII.
PROPOSITION D'UN MODELE THEORIQUE
POUR MODELISER LA GENERATION DES
OBJETS DE COOPERATION

Articulation du chapitre VI dans la partie 2

CHAPITRE VI. MINATEC IDEAs Laboratory® : DES PARTENAIRES AUX SAVOIRS ET
INTERETS HETEROGENES

1. Les Micro-nanotechnologies à Grenoble
 - 1.1. MINATEC : temple européen des micro-nanotechnologies
 - 1.2. Les nanotechnologies : un terrain de jeu vaste et prometteur
2. MINATEC IDEAs Laboratory : un cas d'étude unique
 - 2.1. Présentation générale de MINATEC IDEAs Laboratory : valeurs et missions du partenariat
 - 2.2. Positionnement de MINATEC IDEAs Laboratory dans le modèle RID
 - 2.3. Type structurel, pouvoir hiérarchique et multi-appartenances
 - 2.4. Spécificités du cas MINATEC IDEAs Laboratory
3. Les conditions de la co-exploration à MINATEC IDEAs Laboratory
 - 3.1. Un partenariat d'exploration pour explorer des concepts et des relations partenariales
 - 3.2. L'exploration des concepts à MINATEC IDEAs Laboratory
 - 3.3. L'exploration des intérêts et des relations à MINATEC IDEAs Laboratory

CONCLUSION ET RESUME DU CHAPITRE VI

Sommaire du chapitre VI

1. Les Micro-nanotechnologies à Grenoble

1.1. MINATEC : temple européen des micro-nanotechnologies

Le 2 juin 2006, MINATEC, premier campus européen de micro et nanotechnologie initié principalement par le Centre à l'Energie Atomique (CEA)⁸⁰ et l'Institut National Polytechnique de Grenoble (INPG), est inauguré à Grenoble par François Loos, Ministre Délégué à l'Industrie dans le Gouvernement Villepin. Grenoble, bastion historique français de « l'industrie du semi-conducteur » depuis la création du laboratoire CEA-LETI⁸¹ à la fin des années 50, vit une nouvelle révolution scientifique en s'attaquant à l'infiniment petit : l'échelle nanométrique (i.e. échelle variant de 1 à 10^2 nm, $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$). Ce gigantesque campus de recherche accueille environ 4000 personnes et dispose de moyens d'excellence financés par les collectivités locales et territoriales, le CEA, l'Etat ainsi que des apports privés (10 000 m² salles blanches, 350 M€ de budget en 2009 ...) (cf. Figure 35).

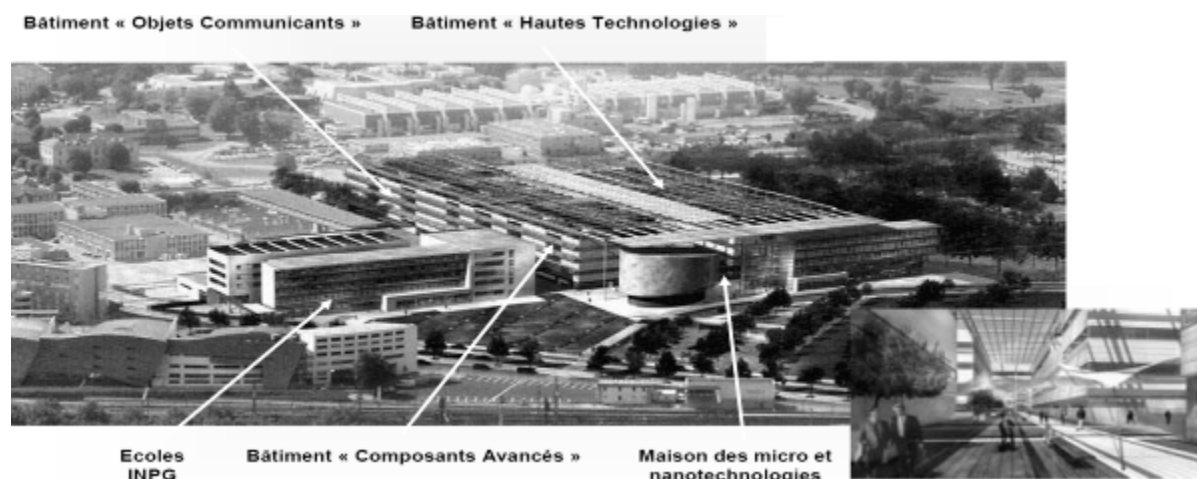


Figure 35. Vue d'ensemble des bâtiments de MINATEC
(source : document de présentation)

En mêlant chercheurs du CEA, universitaires (ENSERG, ENSPG...) et industriels (start-ups issus du CEA⁸², R&D de groupes industriels...) (cf. Figure 36), MINATEC regroupe les acteurs majeurs de la filière de la microélectronique, c'est à dire « un ensemble de secteurs interdépendants dont l'origine remonte à un cœur d'innovations techniques communes (le

⁸⁰ Le CEA est un établissement de recherche à caractère scientifique, technique et industriel, il est établissement public de l'État et, relevant de la classification des EPIC (Etablissement Public à caractère Industriel et Commercial).

⁸¹ Le LETI est le Laboratoire d'électronique, de technologie et d'instrumentation du CEA

⁸² Pour exemple, une start-up dont il sera en question parti dans cette thèse : la société MOVEA, fournisseur de technologies de capture de mouvement (www.movea-tech.fr)

transistor dans les années 40, les cartes de circuits imprimés dans les années 50, les circuits dits intégrés dans les années 60, l'intégration à grande échelle (LSI) dans les années 70, et l'intégration à très grande échelle (VLSI) et les fibres optiques aujourd'hui [dans les années 80] » (Dunford, 1988) cité par (Delemarle, 2007). « Sont ainsi inclus dans cette définition, les acteurs travaillant dans la conception ou la production de composants électroniques, de biens d'équipements électroniques, d'ordinateurs ou outils de calculs, de logiciels, d'outils d'automatisation, ou d'électronique grand public » (op.cit.), le CEA-LETI jouant le rôle d'incubateur et d'intégrateur.

« Pour la première fois en France seront réunis sur un même site tous les acteurs du domaine : étudiants, chercheurs et industriels. Ce regroupement devrait aboutir à :

- une attractivité accrue pour les enseignants et les étudiants de haut niveau, les scientifiques et chercheurs de renommée internationale, donc pour les entreprises qui, face à la complexité et l'évolution des technologies, cherchent un personnel très qualifié et un fort potentiel de formation initiale et continue. [...]

- une augmentation du niveau de créativité scientifique grâce à la pluridisciplinarité des approches (microélectronique, physique, chimie, biologie, etc.) et des cultures (industrie, recherche, enseignement) et à l'attractivité du pôle pour les chercheurs de haut niveau. [...]

- une accélération du processus d'innovation qui permettra d'attirer de nouvelles entreprises, d'augmenter la compétitivité de l'industrie microélectronique, de susciter la création de jeunes pousses industrielles de haute technologie, [...] pour créer de la recherche et de l'emploi dans un contexte concurrentiel. »

Source : http://www.minatec.com/actualite/inauguration-minatec_DP.pdf

Figure 36. Le modèle organisationnel « enseignement-recherche-valorisation » au sein de MINATEC (tiré d'une revue de presse)

La coopération entre université-industrie-recherche (aussi appelée *triple helix*⁸³ (Etzkowitz, 2008, Ruuska et Teigland, 2008) n'est pas spécifique au campus MINATEC, nous retrouvons ce modèle organisationnel sur d'autres sites de recherche en micro-électroniques comme AlbanyTech (New York, USA), le pôle de compétitivité Eindhoven-Leuven (frontière belgo-néerlandaise) ou encore l'Interuniversity Microelectronics Center (Louvain, Belgique). Etudiant le contexte institutionnel grenoblois et précisément la constitution du campus de recherche MINATEC, (Delemarle, 2007) explique le succès grenoblois à travers cinq indicateurs majeurs : « un degré de concentration élevé de firmes dans le domaine de la microélectronique »⁸⁴, « un centre de recherche de haut niveau » en la présence du CEA-Grenoble et tout particulièrement du CEA-LETI, « une région au capital social élevé », « un marché du travail ouvert » avec une très forte implication des Universités Grenobloise pour les formations d'Electronique, de Chimie, Physique (cf. Figure 37) et « le support des autorités politiques » avec de nombreuses structures d'aide à l'innovation notamment. L'auteur présente la région de Grenoble comme un terreau fertile pour innover, regroupant dans une étroite zone géographique à la fois les équipementiers, les fabricants de matériaux, ingénieurs packaging...

	Entreprises	Recherche publique	Enseignement supérieur
Informatique et logiciels	12 000 emplois	2 000 emplois	2 200 diplômés/ an
Micro-nanotechnologies et Electronique	21 700 emplois	3 000 emplois	1 200 diplômés/ an
Total	33 700 emplois	5 000 emplois	6 800 étudiants 3 000 diplômés (sans double compte)

Figure 37. Niveau de recrutement et de formation sur les métiers de l'électronique, de l'informatique et des nanotechnologies à Grenoble (source AEPI- octobre 2008)

Principalement adossé aux compétences scientifiques du CEA, le programme de recherche de MINATEC touche une grande variété de champs scientifiques fondamentaux et appliqués (on parle souvent, dans ce dernier cas, de développement de « briques technologiques ») : micro-électronique, nanomatériaux, nano-électricité (spintronique...), microsystèmes (MEMs...),

⁸³ (Etzkowitz, 2008, Etzkowitz et Leydesdorff, 2000) proposent trois configurations possibles pour rendre compte des coopérations entre gouvernement, industrie et université : le modèle "étatique" (le gouvernement contrôlant les relations académie/industrie, ex. de l'ancienne Union Soviétique)- le modèle du "laissez-faire" (les trois acteurs évoluent dans des sphères institutionnelles séparées avec des relations circonscrites) et le modèle de la "triple hélix" (création de structure hybride permettant un chevauchement des intérêts (i.e. l'université jouant un rôle de formateur et de transfert de technologie pour l'industrie, l'industrie proposant elle des modules de formation pour l'université...).

⁸⁴ Nous noterons le lancement du pôle de compétitivité MINALOGIC spécialisé en électronique qui regroupait 46 établissements (hors universités et recherche publique) et qui employait 11 000 salariés en 2006 (source Insee-Rhône-Alpes – juillet 2007)

technologies pour l'énergie (micro-batterie, photovoltaïque...), photonique (détecteurs IR visibles...)... Ces travaux de recherche sont valorisés auprès de la communauté scientifique (1600 papiers scientifiques/an environ, organisation de colloques scientifiques...) ainsi que par la contractualisation de partenariats industriels (transfert technologique par création de laboratoires communs, exploitation d'un portefeuille de plus de 1200 brevets...) ; MINATEC attire curiosités et convoitises⁸⁵.

1.2. Les nanotechnologies : un terrain de jeu vaste et prometteur

En investissant les échelles nanométriques, la recherche scientifique propose de manipuler la matière atome par atome⁸⁶, de ce point de vue là, les nanotechnologies sont un bouleversement radical de la manière de concevoir et connaissent un développement croissant de la part de la recherche mondiale. Evoqué explicitement dans son célèbre discours à la Société Américaine de Physique en 1959 ("There's Plenty of Room at the Bottom"), (Feynman, 1960) est le premier à évoquer le champ de l'infiniment petit et la possibilité de manipuler la manière atome par atome : "Why cannot we write the entire 24 volumes of the Encyclopedia Britannica on the head of a pin?". Historiquement, les matériaux sont produits par enlèvement de matière ou par déformation puis sont assemblés les uns aux autres, cette approche est nommée "top-down" ou « voie descendante » (prenons par exemple le cas de la micro-électronique et sa célèbre loi de Moore qui voit une multiplication accrue du nombre de transistors des microprocesseurs sur une même puce de silicium par gravure d'un circuit sur la surface d'une puce). Les nanotechnologies proposent le procédé inverse, il s'agit de partir du plus petit (i.e. des atomes) au plus grand (machines, produits manufacturés...), cette approche est nommée "bottom-up" ou « voie ascendante » (cf. Annexe 5, p.289).

Bien que la taille soit une manière assez commode pour définir les nanotechnologies, il n'y a bien évidemment pas de ligne de démarcation entre des structures nanométrique mesurant 100 nm par exemple et des structures micrométriques de 120 nm par exemple. En pratique, les nanotechnologies se distinguent plutôt des microtechnologies par rapport à leurs propriétés physico-chimiques. L'assemblage contrôlé des atomes modifie *de facto* les propriétés de la matière (gain de résistance, de poids, nouvelles propriétés électriques, thermiques...), de nouveaux phénomènes physiques questionnent la recherche (notamment le rapport particulier entre les différentes forces d'interaction observé à l'échelle nanométrique), provoquant dans le même

⁸⁵ Cette brève présentation est issue de données récoltées sur www.minatec.com (consulté le 30/03/09)

⁸⁶ Cette capacité a notamment été rendue possible par l'invention de nouvelles techniques comme le microscope à force atomique et le microscope à effet tunnel à la fin des années 80.

temps un engouement majeur pour de nouvelles applications⁸⁷ ainsi que l'apparition de nouvelles controverses scientifiques (risques environnementaux et éthiques, risques sanitaires associées à l'usage des nanoparticules...). Aujourd'hui, les principaux secteurs concernés par les produits utilisant les nanotechnologies sont ceux de la santé et du sport (cf. Figure 38).

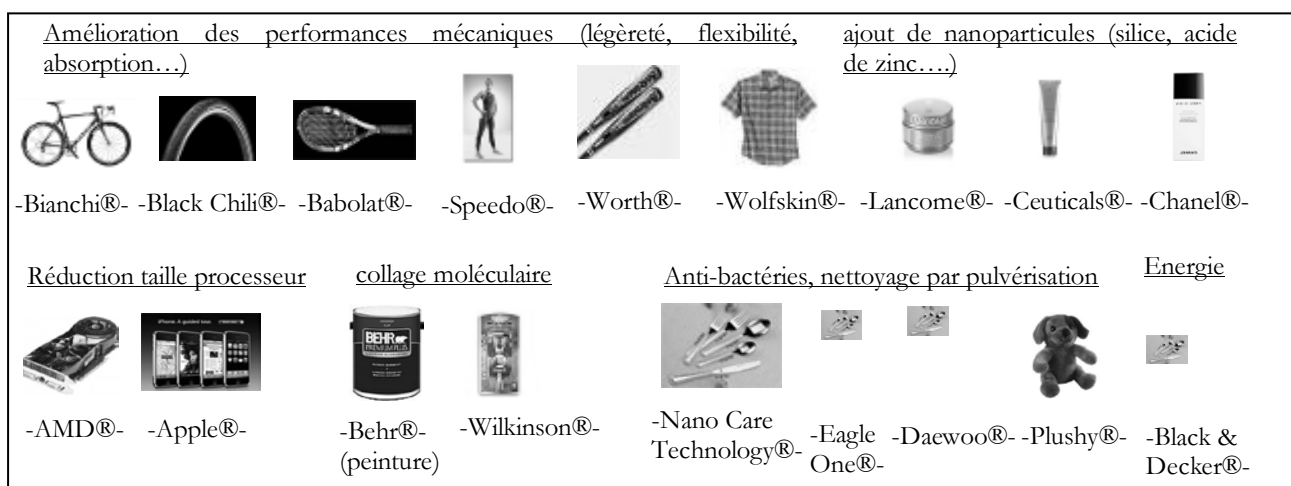


Figure 38. Aperçu de la diversité des applications utilisant les nanotechnologies (source www.nanotechproject.org)

Malgré les promesses, les discours prophétiques ou apocalyptique faits à leur rencontre, les nanotechnologies sont aujourd'hui pour la plupart au premier stade de développement, avec une viabilité économique non attestée, des problèmes de capacités de production massive ou encore des incertitudes sur les marchés applicatifs⁸⁸. Les nanotechnologies se présentent donc comme un champ de recherche aux développements embryonnaires, proposant des fonctions protéiformes, porteurs de nouvelles valeurs et performances.

"In all the three sectors surveyed, in fact, the use of nanotechnology results at present generally still at an early stage of development.[...] Ten years, the period taken into account by the project, seems the time span necessary for bringing the applications considered to the market, although, for many of them, even this time could be not enough to attain full maturity, especially in the medical field." (Hartwig, 2006)

Figure 39. Extrait d'un rapport de la communauté Européenne de 2006 sur les secteurs des matériaux, de la santé et de l'énergie

⁸⁷ Un large panorama des applications existantes des nanotechnologies sont disponibles sur <http://www.nanotechproject.org>, environ 800 produits recensés (consulté le 30/03/2009) ou encore sur le site de l'Afsset – Les nanomatériaux : effets sur la santé de l'homme et sur l'environnement – Juillet 2006

⁸⁸ Pour un exemple de roadmaps technologiques, l'Annexe 6 de la page 290 présente une projection de l'état de développement des nanoparticules et nanocomposites en 2015.

2. MINATEC IDEAs Laboratory : un cas d'étude unique

2.1. Présentation générale de MINATEC IDEAs Laboratory : valeurs et missions du partenariat

MINATEC IDEAs Laboratory se présente comme un plateau d'innovation multipartenaires (cf. Figure 41), nous le qualifions plus précisément de partenariat d'exploration (Segrestin, 2003) regroupant des partenaires académiques et industriels de secteurs de marché différents. Le partenariat vise « à imaginer, proposer et valider par les usages des objets, applications et services dans le domaine des micro-nanotechnologies » (source : contrat de participation du partenariat). Véritable porte d'entrée sur MINATEC, MINATEC IDEAs Laboratory a été créé en 2001 par le CEA, FRANCE TELECOM, HEWLET PACKARD et ST MICROELECTRONICS. MINATEC IDEAs Laboratory est accueilli sur le campus du CEA à Grenoble (cf. Figure 40).



Figure 40. Localisation du CEA, MINATEC et MINATEC IDEAs Laboratory (montage réalisé à partir de Google Earth)



Figure 41. Bâtiment de MINATEC IDEAs Laboratory (droit d'image réservé)

MINATEC IDEAs Laboratory n'a pas de statut juridique, et n'est donc pas une société et par extension pas une entreprise : « la nature juridique du laboratoire formé par les Parties au titre du présent contrat est celle d'un regroupement temporaire sans personnalité morale. Les Parties déclarent que le présent contrat ne peut en aucun cas être interprété ou considéré comme constituant un acte de société, l'affectio societatis⁸⁹ étant formellement exclue. » (source : contrat

⁸⁹ L'affectio societatis est la volonté partagée de plusieurs personnes physiques ou morales pour s'associer, elle caractérise notamment la société (voir article 1832, 1833 du Code Civil)

de participation du partenariat). Il s'agit d'un regroupement de partenaires sans aucune création de société commune : ce n'est donc ni une alliance, ni une fusion, ni une joint-venture mais bien d'un partenariat entre des entreprises et des organisations universitaires⁹⁰. Le partenariat est coordonné légalement par un ensemble de contrats entre les différents partenaires. Ces accords contractuels fixent les modalités de participation au partenariat et distinguent trois statuts de partenaires : les partenaires principaux, les partenaires-projets et les partenaires ponctuels. Les partenaires principaux résident tous au COmité de DIREction (CODIR), ils ont un droit de veto sur l'intégration de nouveaux entrants au sein du partenariat ou sur un élargissement du cercle des partenaires principaux. Les partenaires projets ont les mêmes droits que les partenaires principaux mais limités à un projet. Les partenaires ponctuels sont eux intégrés au sein du MINATEC IDEAs Laboratory pour une mission précise de courte durée, c'était le cas par exemple de l'Ecole Nationale Supérieure en Création Industrielle, partenaire en 2008 pour l'élaboration d'ateliers de design. Bien qu'il n'existe pas officiellement de clause contractuelle notifiant un éventuel principe de « non-concurrence », les partenaires ne sont pas sur des marchés directement concurrents ; dans le cas où certains recouvrements de marché existeraient, des négociations sont menées pour éclaircir et définir le plus clairement possible les « territoires applicatifs » des partenaires. MINATEC IDEAs Laboratory n'est donc pas une alliance dyadique (Astley, 1984, Doz, 1996, Kogut, 1988) ; toutefois, la clause de non-concurrence limite mais n'élimine pas radicalement tout désagrément dû à la compétition (asymétries d'informations, free-rider (Olson, 1971), comportement opportuniste...), les partenaires sont en situation de coopération certes, mais restent dans un environnement compétitif. En intégrant MINATEC IDEAs Laboratory, les partenaires s'engagent à mettre en commun des ressources humaines et financières⁹¹ (quelques centaines de milliers d'euros par partenaire). Enfin, en ce qui concerne le partage des résultats et plus particulièrement la Propriété Industrielle, chaque partenaire peut déposer des brevets après accord préalable des autres partenaires, dans le cas où plusieurs partenaires seraient intéressés par un même brevet, des brevets en copropriété sont déposés. Le Tableau 15 ci-dessous présente de manière générale MINATEC IDEAs Laboratory.

Missions du partenariat	« Concevoir les applications des micro et nanotechnologies de demain » (source site web de MINATEC IDEAs Laboratory)
Localisation géographique	Grenoble, à proximité de MINATEC, campus de Recherche sur les Micro-Nanotechnologies
Type de partenariat industriel	Partenariat d'exploration transectoriels

⁹⁰ Depuis fin 2009, MINATEC IDEAs Laboratory accueille également des collectivités publiques et territoriales.

⁹¹ Pour donner un ordre de grandeur, la contribution humaine et financière est de quelques centaines de milliers d'euros par partenaire.

Type de partenaires	Partenaires industriels et partenaires académiques
Système de gouvernance	Comité de direction (CODIR) regroupant les différents partenaires principaux
Statuts légaux	Accords de recherche multipartites
Propriété Industrielle et partage des résultats.	prise de brevet par chaque partenaire et éventuellement dépôt en copropriété

Tableau 15. Présentation synthétique du partenariat

2.2. Positionnement de MINATEC IDEAs Laboratory dans le modèle RID

Nous avons, dans les chapitres précédents, vu que l'innovation pouvait aussi se définir comme une activité à part entière de l'entreprise où l'activité de conception avait une place centrale. A MINATEC IDEAs Laboratory, l'innovation est générée par l'activité de conception, dans cet esprit, MINATEC IDEAs Laboratory se rapproche de la notion « d'organisations orientées conception [...] capable de piloter des processus créateurs de concepts, d'objets et de métiers nouveaux [...] et de favoriser les cycles d'apprentissages collectifs permettant une telle régénération simultanée des objets, des savoirs et des métiers. [...] Le concept « d'organisations orientées conception » [...] ne dit pas que les firmes doivent se désintéresser des activités de fabrication, ce qui serait absurde ; il signale simplement que les grands principes qui ont structuré l'entreprise depuis un siècle étaient issus d'un paradigme de la production. Or ce paradigme n'est plus adapté à un capitalisme de l'innovation intensive et l'on doit aujourd'hui adopter un paradigme de la conception, car c'est dans cette perspective que se détermine la régénération de la firme et de son identité : la production doit donc être pensée comme un moment (crucial) du processus de conception, alors que nous avons tendance à penser l'inverse. » (Hatchuel, Le Masson P., et al., 2002).

Récemment, l'équipe de recherche du CGS des Mines de Paris a proposé un nouveau modèle organisationnel visant à suppléer l'actuelle R&D : la RID (pour Recherche-Innovation-Développement), donnant un véritable statut à la fonction Innovation dans l'entreprise (Hatchuel, Le Masson, *et al.*, 2001, Le Masson, 2001) . Les auteurs montrent en effet que le management de la Recherche, l'Innovation et le Développement reposent sur des principes managériaux différents et que le management de projets innovants rencontre de nombreuses difficultés si l'on reste dans la logique traditionnelle de la R&D (cf. Figure 42).

Comparaison des principes de gestion entre la Recherche, l'Innovation et le Développement

	Recherche	Innovation	Développement
Sujet	Des questions de Recherche ouvertes ou imposées	Champs d'Innovation (CI)	Définition d'un Produit-Processus
Cible	Maîtrise de la connaissance	Stratégies de conception (lignages, connaissance, questions de Recherche...)	Maîtrise de la performance du projet (Qualité, Coût, Délai...)
Horizons	Liés à la question posée par la Recherche	Contingents	Le délai du projet
Ressources	Compétences, laboratoires, bibliothèques...	Des équipes innovantes en compétition ou en coopération	Equipe interfonctionnelle
Valeur économique	Valeur de la question	Profits des produits aboutis et réutilisation des connaissances créées	Rentabilité du Produit-Processus
Stratégies de gestion	Distribution des ressources de production des connaissances et questions de Recherche	Comités, transferts de savoir, liste des champs d'innovation	Management de Projet
Principes organisationnels	Equipes disciplinaires fondées sur les compétences	Equipes innovantes duales	Equipes de projets, matrice, conception participative

Figure 42. Comparaison des principes de gestions (Hatchuel, Le Masson, *et al.*, 2001)

La Figure 43 ci-dessous montre les différentes relations entre les 3 polarités :

- Recherche / Innovation : la Recherche est censée fournir les connaissances scientifiques aux cellules Innovation, qui elles, questionnent la Recherche lorsque des concepts imaginés sont basés sur des savoirs manquants.
- Développement / Innovation : l'Innovation a pour objectif de fournir au Développement des concepts innovants, d'en déterminer des valeurs et les connaissances correspondantes. Le Développement aura ensuite à sa charge de développer les produits en respectant les contraintes de coût, de temps et de délai.
- Recherche / Développement : Au fur et à mesure du Développement, certains problèmes peuvent apparaître et nécessiter les inputs de la Recherche. Inversement, certaines « heureuses surprises » et avancées de la Recherche peuvent servir directement le Développement.

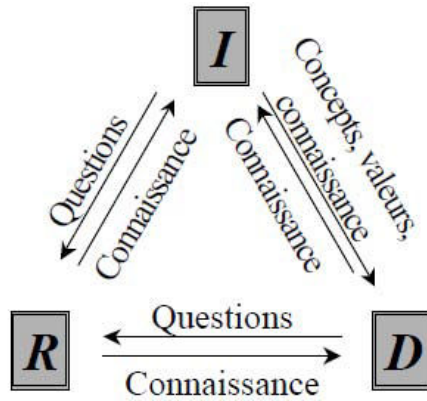


Figure 43. Les relations entre Recherche-Innovation-Développement (Hatchuel, Le Masson, *et al.*, 2001)

Pour en revenir à notre cas d'étude, MINATEC IDEAs Laboratory est bien une structure Innovation au sens défini par les auteurs. Le CEA est quand à lui un centre de Recherche. Les cellules Développement sont représentées par les structures internes propres à chaque partenaire de MINATEC IDEAs Laboratory. Le schéma ci-dessous résume les différents acteurs gravitant autour de MINATEC IDEAs Laboratory (cf. Figure 44).

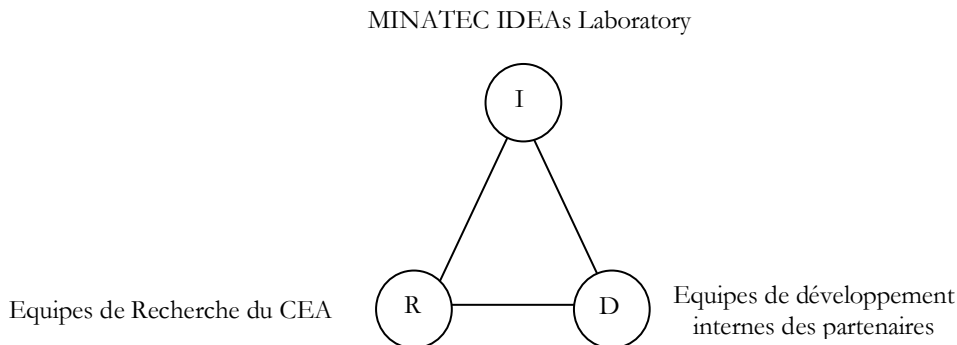


Figure 44. Articulation des trois composantes du modèle RID dans le contexte de MINATEC IDEAs Laboratory

Le « dossier d'innovation », livrable fondamental que doit fournir MINATEC IDEAs Laboratory à ces partenaires précise bien cette fonction (cf. Figure 45). Nous y retrouvons : la définition des concepts (rapport de créativité...), la détermination des valeurs du concepts (scénarios d'usage, test d'usage, évaluation du potentiel marchés...), ainsi que la logique de prototypage et de *demi-produit* (Weil, 1999); nous remarquerons aussi les questions posées par MINATEC IDEAs Laboratory à la Recherche technologique du CEA (cf. Figure 46).

« Livrables = Cahiers d'innovation incluant :

- le rapport de créativité ou émergence de concept
- le rapport de conception/design
- le ou les scénarios d'usages
- la ou les maquettes / prototypes
- les tests d'usages, d'ergonomie, etc.
- l'analyse veille (techno et usages)
- l'évaluation « potentiel marchés »
- la procédure de suivi PI et brevets potentiels associés
- les recommandations sur l'ensemble du dossier à destination de nos entreprises respectives »

Figure 45. Exemple type de livrable complet du partenariat
(source : comité de direction juillet 2007)

« Ce projet est une étape préliminaire à la réalisation des projets maquettes incluant les dispositifs de récupération d'énergie disponibles au CEA. Il vise à réaliser une étude fine des quantités d'énergie récupérables pour chacun des dispositifs mais également à identifier :

- les caractéristiques électriques (impédance, voltage, courant...) des dispositifs...
- [...] Ce projet vise à détailler les diagrammes des puissances afin d'obtenir une vision fine des contraintes et des opportunités pour chaque dispositif en vue de leur utilisation. [...] voir rapidement les disponibilités des experts du CEA »

Figure 46. Exemple de présentation d'un projet relevant un manque de connaissances et une nécessité de se rapprocher de la Recherche technologique du CEA (source : interne)

2.3. Type structurel, pouvoir hiérarchique et multi-appartenances

En terme d'organisation et de structure de gouvernance, l'organisation de MINATEC IDEAs Laboratory est assez particulière⁹², et il est assez difficile de la catégoriser nettement au sein des types structurels classiques (fonctionnels, divisionnels, matriciels, pyramidaux...). Cependant, nous pouvons quand même attirer l'attention sur ces principales caractéristiques. Par rapport aux configurations proposées par (Mintzberg, 2004), MINATEC IDEAs Laboratory semblerait se rapprocher principalement d'une *organisation innovatrice* et d'une *innovation politisée*. Nous retrouvons en effet, les traits de l'organisation innovatrice par son mécanisme de coordination relevant majoritairement de *l'ajustement mutuel*⁹³ où les projets demandent de fortes relations de coopération et prennent forme de manière relativement émergente.

⁹² Ce sentiment est d'ailleurs renforcé par l'absence de documents représentant la structure organisationnelle du laboratoire.

⁹³ Le terme d'ajustement mutuel correspond au fait que les personnes coordonnent leur activité par une communication informelle. (Mintzberg, 2004) distingue cinq autres mécanismes de coordination : la supervision directe (ordre donné par une

Pour représenter la structure hiérarchique de MINATEC IDEAs Laboratory, nous utiliserons l'image du papillon (cf. Figure 47). Chaque membre opérationnel est sous la hiérarchie directe du représentant qui siège au comité de direction, par exemple, personnellement, ma hiérarchie était le responsable EDF R&D qui siégeait aux comités de direction. La place du Directeur General est entre le sommet stratégique et la base opérationnelle, il n'a pas de pouvoir hiérarchique sur les membres opérationnels. Il a pour principale mission de diriger le partenariat ainsi que les projets en travaillant de paire avec les responsables du comité de direction.

Nous pouvons voir notamment que les membres du plateau ont de ce fait une sorte de *double identité*, à la fois ils font partie d'une même organisation (i.e. le MINATEC IDEAs Laboratory) et d'entreprises différentes (caractérisées par les motifs sur les ronds). Cette double appartenance, parfois difficile à gérer, demande aux acteurs une grande flexibilité et une curiosité pour l'environnement compétitif de l'ensemble des partenaires, un ingénieur ROSSIGNOL pouvant par exemple être sollicité à exprimer des idées de nouveaux produits pour BOUYGUES.

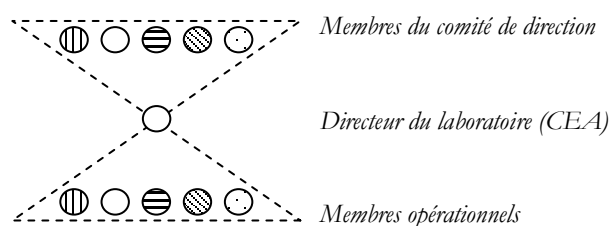


Figure 47. Une organisation en papillon

composantes de l'organisation	
Le centre opérationnel	il est représenté par les équipes détachées par chacun des partenaires.
Le sommet stratégique	il est représenté par les responsables des différents partenaires
La ligne hiérarchique	chaque membre opérationnel a comme ligne hiérarchique le responsable qui siège au comité de direction
La technostucture	très faible (secrétaire + Directeur) - expliqué par le peu d'activités routinières du partenariat
Les fonctionnels de support logistique	deux supports principaux : la secrétaire du partenariat qui assure globalement les aspects logistiques de la structure ainsi que le Directeur
les mécanismes de coordination et système d'influence interne	
mécanisme de coordination	relève plutôt de l'ajustement mutuel
système d'influence (source de pouvoir)	relève d'un système de jeux politiques

Tableau 16. Les éléments caractérisant l'organisation de MINATEC IDEAs Laboratory d'après (Mintzberg, 2004)

seule personne sur un groupe de personnes qui travaillent en interrelation), la standardisation des procédés de travail (ex. organisation scientifique du travail), la standardisation des résultats, la standardisation des qualifications et celles des normes.

2.4. Spécificités du cas MINATEC IDEAs Laboratory

Selon nous, MINATEC IDEAs Laboratory est un cas d'étude relativement unique, les fortes spécificités évoquées par la suite s'efforceront de démontrer notre affirmation vis à vis des structures organisationnelles existantes (cf. Figure 48 et Tableau 17, p150). Nous insisterons sur les questions, les problèmes que ces caractéristiques suggèrent vis à vis de notre problématique de co-exploration.

Nous avons déjà montré, dans les parties précédentes, que MINATEC IDEAs Laboratory était un *plateau d'exploration en coopération interfirmes* (critère 1), il ne s'agit pas d'un plateau d'innovation interne comme en dispose une grande majorité des grandes entreprises françaises⁹⁴ pour mener des études exploratoires amont mais d'un partenariat d'exploration entre des entreprises. Les partenariats d'innovation sont abondamment traités dans la littérature (Hagedoorn, 2002), les partenariats d'exploration, quant à eux, identifiables notamment par l'absence d'objets communs *ex-ante* au sein de la structure coopérative, ne sont pas légion dans la littérature (Kessler, 1998, Lenfle et Midler, 2002, Segrestin, 2004). Nous avons pu montrer dans les chapitres précédents qu'en l'absence de *common-purpose*, les partenaires étaient en forte instabilité du point de vue de leur cohésion et de leur coordination.

Nous retiendrons quatre autres caractéristiques pour définir la forte spécificité de notre cas d'étude. La première tient au caractère *multipartenarial et transectoriel* (critère 2), nous verrons dans les pages suivantes que MINATEC IDEAs Laboratory est composé de divers partenaires industriels et académiques (à titre illustratif, en avril 2009, le partenariat est composé de 8 partenaires). L'aspect *multipartenarial* n'est pas extrêmement distinctif en soi, les pôles de compétitivité sont eux aussi organisés par un grand nombre d'acteurs par exemple. L'aspect *transectoriel* demeure quant à lui nettement plus intéressant et peu de cas existent (Media Lab (USA), Cal(it)² (US), Berkeley Wireless (USA)). Généralement, les partenariats d'innovations sont étudiés *iso-secteurs* (Bossink, 2002) (cf. Annexe 7, p.291), d'ailleurs, les pôles de compétitivité français sont principalement organisés par thématiques, les partenaires peuvent être de marchés différents mais les études portent sur de même marchés finaux (ex. Aérospatiale, Cosmétique, Santé, Sport, TIC...).

⁹⁴ On citera par exemple comme plateaux d'innovation internes : le E-lab de BOUYGUES, Philips Home Lab, Cre@team d'EDF R&D ou encore le renommé Palo Alto Research Center (ex-XEROX).

Comme explicité précédemment, MINATEC IDEAs Laboratory est localisé au sein du campus de MINATEC et donc bénéficie du fort soutien des *micro-nanotechnologies* (critère 3) et des nouvelles technologies du CEA en général. Cette proximité avec des technologies émergentes est originale car elle place directement le partenariat dans une position d'innovation technologique forte. Le campus MINATEC étant assez unique en son genre, l'intérêt est aussi de comprendre comment une structure innovation peut s'organiser autour de celui-ci. Enfin, nous devons noter aussi *le degré d'investissement des partenaires* (critère 4) dans la structure. Les partenaires n'assument pas uniquement un rôle de sponsoring dans la structure (comme c'est le cas chez le Medialab) mais ont un rôle actif dans le processus de conception, dans le sens où ils engagent leur propre effectif dans les projets d'innovations. De plus, les partenaires ont la responsabilité du pilotage de la structure, ils participent conjointement aux différents projets du partenariat et non pas uniquement à leurs propres projets, ils sont donc aussi décideurs et acteurs du système. C'est cette caractéristique qui est la plus originale à MINATEC IDEAs Laboratory, le plateau n'est pas piloté par un seul industriel (comme c'est le cas pour les partenariat d'innovation de R&D interne), ni uniquement par des universités (ex. MediaLab (USA), Institute of Design (Stanford, USA), Berkeley Wireless (USA), Calit2 (Californie, USA)...), ni par l'Etat ou un Etablissement Public (VTT (Finlande), CEA...), ce sont bien tous les partenaires qui siègent mensuellement aux comités exécutifs. Des questions se posent alors de manière très claire : comment, des partenaires aux savoirs et hétérogènes différents vont-ils pouvoir se mettre d'accord pour co-explorer des champs d'innovation aussi vaste que les nanotechnologies ? Comment vont-ils se coordonner et piloter l'exploration collective ? Ces questions bousculent littéralement les courants théoriques sur le pilotage des étapes amonts de l'innovation , (communément appelée *fuzzy front end* (Koen, Ajamian, et al., 2001, Reid et de Brentani, 2004), ou *front end of innovation* (Khurana et Rosenthal, 1998)). Ces activités ont été considérés jusqu'alors essentiellement intra-firme, observera-t-on des différences avec les fuzzy front end interfirmes ? Comment se déroulera la séance de filtrage d'idées, de production d'idées lorsque tous les partenaires seront rassemblés ? Comment peuvent s'opérer les arbitrages ?

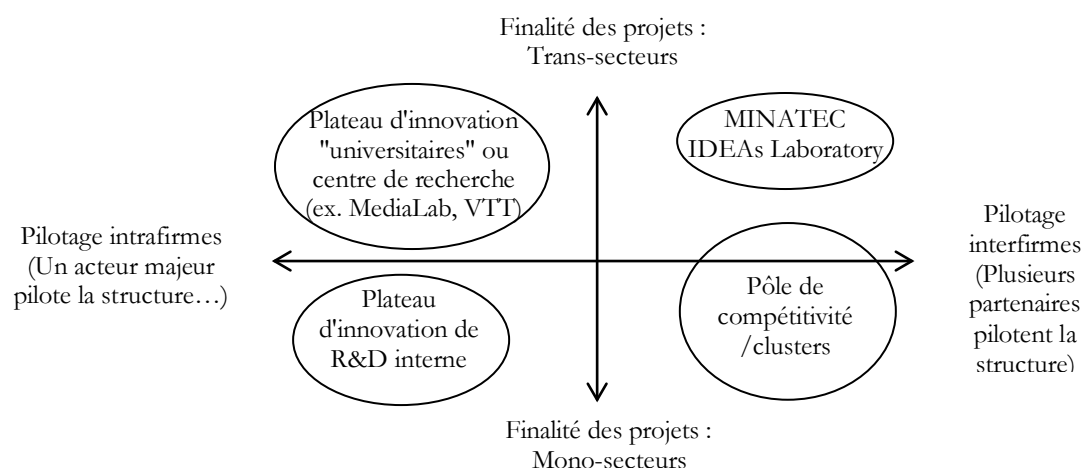


Figure 48. Positionnement du cas d'étude dans son environnement « concurrentiel »

MINATEC IDEAs Laboratory peut être caractérisé par ...	Domaines interrogeant le concept d'exploration	MINATEC IDEAs Laboratory se distingue donc ...
critère 1- partenariat d'exploration en coopération interfirmes	Comment les partenaires vont-ils piloter les champs d'innovation du partenariat ?	- des plateaux d'innovation implantés dans une R&D (ex. Home Lab, Lego Vision Lab, Sony CSL, Palo Alto Research Center).
critère 4 - le degré d'investissement des partenaires		- des partenariats d'innovation en conception « réglée » (ex. contrat de sous-traitance entre un constructeur et un fournisseur).
critère 2- multi partenariat et transectorialité	Comment co-explorer des technologies malgré des finalités de marchés différentes ?	- des partenariats dont les membres n'assureraient qu'un rôle de sponsoring laissant la partie opérationnelle et décisionnelle à un seul acteur. (Ex. Media Lab)
critère 3- micro-nanotechnologies	Comment mener la conception en l'absence de technologie et de marché prédéfinie ?	- des partenariats se focalisant sur une seule filière métiers (ex. cluster automobile, nucléaire, aéronautique...)
		- des partenariats de co-développement ou de sous-traitance où la solution technique et la valorisation de l'innovation est connue avant la contractualisation

Tableau 17. Synthèses des caractères d'unicité de MINATEC IDEAs Laboratory et impacts sur le concept de co-exploration

3. Les conditions de la co-exploration à MINATEC IDEAs Laboratory

3.1. Un partenariat d'exploration pour explorer des concepts et des relations partenariales

Conformément à la définition même d'un partenariat d'exploration, l'objet de la coopération n'est pas défini *ex-ante* (Segrestin, 2003, Segrestin, 2008) ; dit autrement, lors de la signature du contrat, les partenaires de MINATEC IDEAs Laboratory ne savent pas clairement sur quels objets/services ils vont travailler, au mieux ils disposent de thématiques extrêmement larges (ex. bâtiment et énergie, information en mobilité). Le principal intérêt commun qui apparaît dans tous les contrats est l'attrait pour les micro-nanotechnologies et les nouvelles technologies en général : le CEA espérant démarrer de nouveaux programmes de Recherche et valoriser ses technologies, les partenaires espérant l'acquisition de connaissances stratégiques et/ou la création de nouveaux produits/services. Comme souligné par (Segrestin, 2003), les partenaires du MINATEC IDEAs Laboratory mènent une double exploration, à la fois une exploration sur des concepts de produits/services novateurs et sur les opportunités qui peuvent émerger entre les partenaires, les projets communs qui peuvent être lancés, c'est à dire la conception de la coopération. (cf. Figure 49).

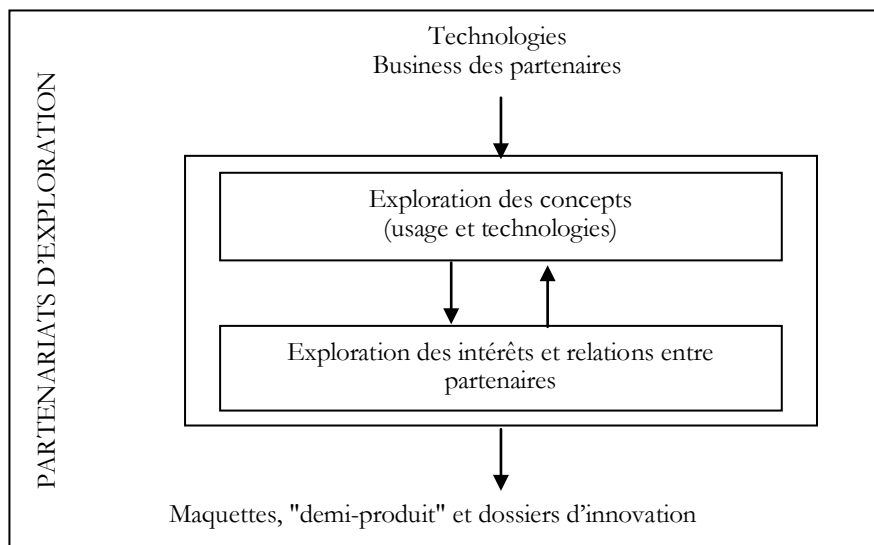


Figure 49. Le double processus de co-exploration à MINATEC IDEAs Laboratory adapté de (Segrestin, 2006)

Cette double exploration « brouille » d'une certaine manière les typologies classiques de coopération basées sur la position des firmes dans les filières industrielles comme les partenariats

*d'impartitions*⁹⁵ basés sur des coopérations verticales entre clients-fournisseurs et les partenariats *symbiotiques* basés sur des coopérations horizontales non concurrentes, MINATEC IDEAs Laboratory apparaît plutôt comme un modèle de coopération généralisé (Atallah, 2000). En effet, MINATEC IDEAs Laboratory ne peut être considéré uniquement comme étant structuré par des coopérations verticales entre un fournisseur de solutions technologiques et des clients (respectivement le CEA et les autres partenaires). Lors de l'exploration, des opportunités de lancement de projets peuvent se révéler entre les partenaires clients (coopération horizontale) ou bien mêler différents partenaires (coopération généralisée). Comme le souligne (Segrestin, 2003), « face à un champ nouveau [...], les acteurs ne sont *a priori* ni clients ni fournisseurs les uns des autres, ni concurrents [...], ce caractère ne pourrait être qu'une résultante d'une coopération d'exploration. En d'autres termes, le 'business model' ou le paysage des acteurs n'est pas encore structuré ; il ne préexiste pas aux relations de coopération que nous étudions. »

Exprimé ainsi, l'immensité du potentiel applicatif des nanotechnologies et l'hétérogénéité des relations partenariales apparaît comme extrêmement large et diffus, la question de l'organisation de l'exploration collective se pose ainsi avec insistance.

3.2. L'exploration des concepts à MINATEC IDEAs Laboratory

Organiser MINATEC IDEAs Laboratory revient principalement à organiser la conception innovante, le partenariat n'existant en effet qu'au travers de l'activité de conception⁹⁶. Dès lors, la nécessité de comprendre les processus de conception et d'innovation s'impose.

MINATEC IDEAs Laboratory organise l'activité de conception sous la forme de *plateau de conception (ou plateau-projet)*, c'est à dire concrètement « une grande pièce où sont réunis les métiers de la conception (méthodes, design, études, fabrication, achats...) autour de maquettes, de dessins, de plans, d'ordinateur, de pièces prototypes » (Midler et Garel, 1995) cité par (Renou, 2003). La récolte et le traitement des données présentant le partenariat montre que le partenariat fonctionne en mode projet et fait notamment appel à trois activités principales⁹⁷ (cf. Figure 50) : l'activité de *créativité* où se déroule des séances de production d'idées, l'activité de *prototypage* (cf. Tableau 18) visant à donner une première réalité aux idées et une activité dite de *conception par les usages* (cf. Tableau 19) au cours de laquelle des (potentiels) usagers sont convoqués (Boullier, 1997, Veyrat, 2008) et les concepts innovants scénarisés. L'objectif de ce type de réalisation est généralement de montrer la pertinence du concept du point de vue de la faisabilité (économique, technique) ou

⁹⁵ "La notion d'impartition, qui désigne le partage des tâches et des bénéfices entre clients et fournisseurs, a été définie par P.Y. Barreyre, *L'impartition, politique pour une entreprise compétitive*, Hachette, 1968" cité par (Johnson, Scholes, et al., 2002) p.437 et p.46.

⁹⁶ Pour l'année 2007, les dépenses du laboratoire liées à l'activité de conception (projets de R&D) étaient de 84 % (hors coût de fonctionnement) -source : budget 2007-comité de direction février 2008.

⁹⁷ Mis à part ces 3 activités, d'autres activités sont réalisées : études historiques, activité de design, études anthropologiques...

des valeurs d'usage et d'en pointer les limites éventuelles. Cette dernière facette est par ailleurs fréquemment utilisée lors de la présentation du partenariat à des personnes extérieures, il s'agit de faire véhiculer l'idée que, malgré sa forte coloration technologique, le partenariat essaie d'éviter de tomber dans les pièges des projets uniquement techno-centrés (ex. on citera par exemple des problèmes d'utilisabilité⁹⁸ ou encore d'acceptabilité sociale) et revendique la dimension humaine comme un élément central de tout projet de conception⁹⁹.

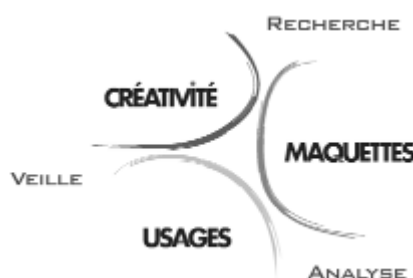


Figure 50. Les activités du MINATEC IDEAs Laboratory
(source : site web et documentation externe)

projets maquettes	principes techniques	(source : tiré de document interne, droit d'image réservé)
casque sensoriel	<p>le projet « Casque Sensoriel » consiste à interfacier un système auditif avec un dispositif de capture de mouvement dans un casque de ski. Le but est de moduler la musique dans les écouteurs selon les variations de l'accélération du skieur. L'accélération du skieur est détectée par un accéléromètre, technologie notamment utilisée dans les airbags. Afin d'augmenter les sensations dans la pratique du ski, trois effets sont implémentés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Effet Volume : le volume de la musique dépend de la vitesse du skieur - Effet Panoramique : si le skieur se penche plus sur la droite (exemple virage à droite) le son sera plus important au niveau de l'écouteur droit que sur le gauche - Effet Volume/Panoramique : cet effet mélange le principe des deux effets précédent. 	

⁹⁸ L'utilisabilité correspond au "degré selon lequel un produit peut être utilisé, par des utilisateurs identifiés, pour atteindre des buts définis avec efficacité, efficacité et satisfaction, dans un contexte d'utilisation spécifié." (source : ISO 9241)

⁹⁹ On retrouve ici un débat assez fréquent entre les approches de conception dites "techno-push" et "design (ou market) pull".

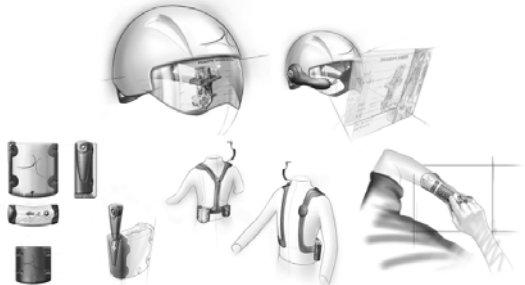
<p>Interloc</p>	<p>Le projet « Interloc » est principalement relié au terrain EDF. Ce projet vise à doter les agents de terrain en centrale nucléaire de dispositifs nomades leur permettant de réaliser différemment leurs activités de relevés de mesure de capteurs (température, pression...). Pour cela, un dispositif a été fabriqué et testé, il comprenait entre autres des capteurs RFID, des lunettes informatives ainsi qu'un système de navigation (par clavier, par geste...).</p>	
-----------------	---	--

Tableau 18. Exemples de réalisation de maquettes autour du champ « Information en mouvement » : le Casque Sensoriel et Interloc (source interne)


Projets « clips d'usage »	principes techniques	(source : tiré de document interne, droit d'image réservé)
<p>Blogjet</p>	<p>« Blogjet », un concept illustrant un service de visualisation d'information (ici la température extérieure) dans l'habitat.</p>	
<p>Riide</p>	<p>un jeu mêlant réalité et virtualité via un système de reconnaissance des gestes lors de sauts acrobatiques en snowboard</p>	

Tableau 19. Exemple de valorisation de concepts : le Blogjet et Riide (source interne)

D'un point de vue purement opérationnel, les activités du partenariat sont organisées autour du mode projet. Sa constitution varie selon le sujet mais l'on retrouve généralement les repères classiques des structures organisée en projets (Clark et Fujimoto, 1991, Clark et Wheelwright, 1992, Midler, 1998), à savoir : la nomination d'un responsable projet (celui ci est généralement basé physiquement sur le site au moins 40% de son temps) entouré d'experts appartenant aux différentes entreprises partenaires (ingénieurs, gestionnaires, sociologues, designers, anthropologues...). Les équipes de projets sont généralement de petite taille (3 à 10 personnes

présentes régulièrement sur le site plus quelques personnes intervenant ponctuellement), relativement autonomes, articulées sous une logique de conception concourante. Le responsable projet est chargé de communiquer sur l'avancée du projet lors des réunions de comités de direction.

Nous avons vu dans le chapitre III que l'innovation se distinguait nettement des pratiques de développement de projet, son management en est ainsi modifié. En innovation, le but du projet n'est pas fixé au début du projet, le responsable projet fixe donc des étapes intermédiaires et intègrent une très grande flexibilité afin d'orienter le projet au fur et à mesure des apprentissages et opportunités. A chaque comité de direction, le projet est évalué, un accord go/no go est adressé et des modifications sont notifiées au chef de projet.

De manière générale, les équipes se regroupent autour des technologies du CEA (projet électromouillage, projet autour de l'effet Seebeck, projet autour de la capture de mouvement...). D'un point de vue plus quantitatif, le partenariat gère environ 5 à 10 projets de conception par an et propose environ 3 à 5 maquettes fonctionnelles par an (cf. Tableau 20). Concernant l'équipe, les profils des individus présents physiquement au sein du partenariat sont extrêmement variés : ingénieurs, gestionnaires, sociologues, spécialistes en communication. En adhérant à MINATEC IDEAs Laboratory, les partenaires peuvent décider librement du choix d'impliquer leurs employés. De ce fait, un grand nombre d'acteurs est détaché ponctuellement au sein du partenariat (en 2007, environ 80 personnes ont été recensées), et seulement une petite dizaine de membres sont à Grenoble à plus de 40% de leur temps pour mener une activité régulière au sein du partenariat.

	2006	2007	2008
Nombre de projets ¹⁰⁰	3	7	9
Nombre de maquettes	3	5	4
Clips de valorisation	0	18 ¹⁰¹	3

Tableau 20. Nombre de projets de conception lancés au sein du MINATEC IDEAs Laboratory ainsi que les principaux résultats opérationnels

¹⁰⁰ On exclut ici, les projets de "communication" (organisation de conférences...).

¹⁰¹ Cette augmentation des clips de valorisation en 2008 s'explique notamment par l'engagement de l'Ecole Nationale Supérieure de Création Industrielle en qualité de partenaire ponctuel.

3.3. L'exploration des intérêts et des relations à MINATEC IDEAs Laboratory

3.3.1. Description synthétique des partenaires industriels du MINATEC IDEAs Laboratory

MINATEC IDEAs Laboratory regroupe des partenaires industriels aux marchés fortement différenciés : télécommunication, matériel de sports d'hiver, production et distribution d'énergie, optique, automobile, secteur de la construction... Cette hétérogénéité des marchés est volontaire, elle s'explique par la réticence des partenaires à accueillir des entreprises concurrentes. En terme d'effectifs et de chiffres d'affaires, les partenaires sont aussi fortement différents, les grandes entreprises françaises (EDF, RENAULT...) sont associées à des entreprises plus petites (ex. ROSSIGNOL).

Depuis l'inauguration du partenariat en 2003, une dizaine d'entreprise ont figuré parmi les partenaires du partenariat. Durant le temps de nos travaux, nous avons pu observer les entreprises suivantes : CEA, FRANCE TELECOM, EDF, BOUYGUES SA, ESSILOR, RENAULT et ANONYMOUS. La figure ci-dessous montre l'évolution de la composition partenariale entre 2003 et 2009 (cf. Figure 51).

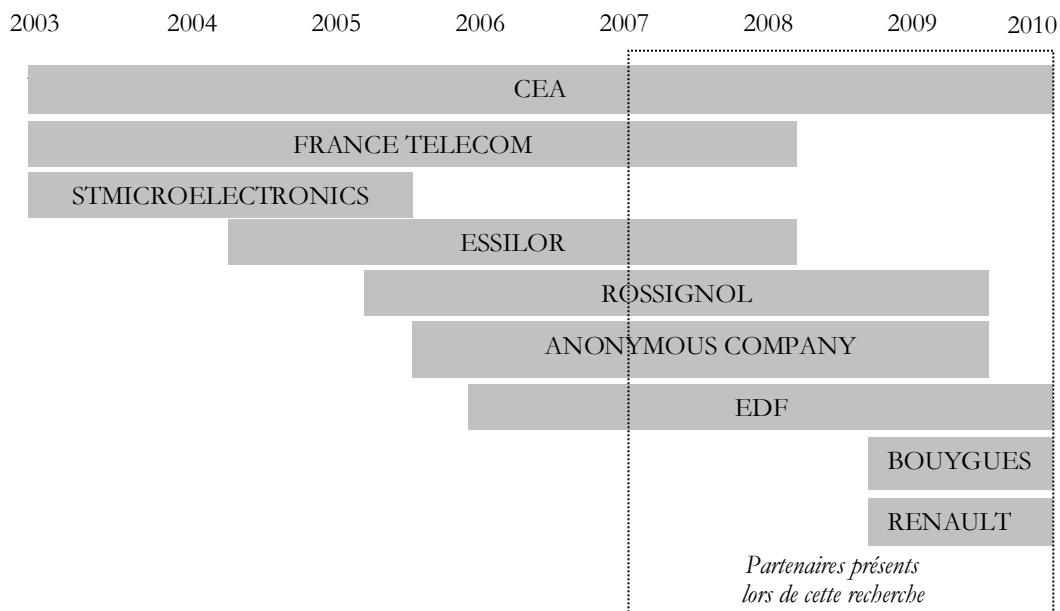


Figure 51. Evolution de la composition des partenaires principaux entre 2003 et 2010¹⁰²

¹⁰² Les partenaires ponctuels et les partenaires projets ne figurent pas sur cette figure.

Les deux prochaines sections proposent d'exploiter le langage de la théorie C-K pour contraster deux intérêts qu'ont les partenaires à participer : les partenaires ayant un intérêt très fort pour le développement de nouveaux produits et ceux dont la préoccupation première est de transformer leurs métiers.

3.3.2. Partenaires industriels orientés Concept

Une première catégorie des partenaires regroupe les partenaires qui ont comme principale préoccupation de répondre à la compétitivité mondiale en proposant sur le marché des produits innovants. Les partenaires appartenant à cette catégorie ont clairement pour objectif de tirer profit des avancées technologiques du CEA, de monter de nouveaux projets de R&D pour créer de nouveaux business et se démarquer de la concurrence. Ces partenaires sont souvent soumis à un cycle de R&D¹⁰³ relativement court (Cf. Tableau 21). C'est très clairement le cas de ROSSIGNOL (2005-2009), la société alpine étant confrontée à un marché concurrentiel de plus en plus intense notamment par le développement asiatique, ROSSIGNOL souhaite profiter de l'avancée technologique comme en témoigne Jacques Lacroix, ex-directeur de l'innovation évoquant l'entrée de ROSSIGNOL dans MINATEC IDEAs Laboratory : il s'agit de « proposer aux adeptes de la montagne, du pratiquant loisir au compétiteur, des produits et services améliorant la pratique par une réelle évolution en terme de sécurité, de confort et de performance. Nous souhaitons développer pour nos produits de nouvelles fonctions issues des micro et nanotechnologies à l'aide de méthodes de créativité éprouvées. »¹⁰⁴. Nous retrouverons clairement dans cette catégorie : ANONYMOUS COMPANY (2006 - 2009) et ROSSIGNOL (2005-2009). Du point de vue de la théorie C-K, ces partenaires ont des attentes tournées vers la création de nouveaux concepts, ils recherchent par les micro-nanotechnologies à déterminer de nouveaux espaces de valeurs (Le Masson, Weil, et al., 2006).

	Partenaire particulièrement représentatif de la catégorie	Attentes sur les C	Attentes sur les K
Partenaires industriels orientés Concept	ROSSIGNOL	Les concepts sont attendus comme une véritable fin en soi, les partenaires souhaitant développer ensuite le produit dans leur propre R&D	Les études doivent être rapides et directement mobilisables.

Tableau 21. Précisions sur les attentes des partenaires industriels orientés C

¹⁰³ On parle aussi d' *environment velocity* (Bourgeois, Kathleen, *et al.*, 1988), ou d' *environmental dynamism* (Des et Beard, 1984) pour qualifier l'environnement concurrentiel d'une entreprise.

¹⁰⁴ source : site www.cea.fr

3.3.3. Partenaires industriels orientés Connaissances

Une seconde catégorie de partenaires est composée de ceux qui ont pour but d'acquérir des connaissances nouvelles (cf. Tableau 22). Il s'agit généralement de partenaires qui disposent de capacités technologiques importantes, nous mettrons EDF (2006 -) et France TELECOM (2003 - 2008) dans cette catégorie. Ces deux entreprises sont confrontés à une crise identitaire, c'est à dire à la nécessité de régénérer leurs métiers et leurs compétences (Le Masson, Weil, et al., 2006). Pour EDF, MINATEC IDEAs Laboratory est un endroit qui doit permettre d'activer de nouvelles connaissances en posant des questions à la Recherche d'EDF à partir de concepts originaux. Une attention toute particulière sera donc portée sur la création de connaissances. Face à l'ouverture du marché à la concurrence et les normes draconiennes fixés par l'ADEME en terme d'économie d'énergie, EDF doit progressivement transformer ses métiers et compétences afin de passer d'un modèle d'affaire de l'offre d'énergie (ce que l'on pourrait caractériser par « vendre massivement de l'énergie ») à une offre de service énergétiques (respectivement, « vendre de l'énergie plus intelligemment ») (Finon, 2008). D'un point de vue métier, il est notamment question de renforcer les compétences d'EDF en matière de design industriel. Du point de vue projet, de nouveaux projets autour de la consommation d'énergie et des services associées émergent de manière croissante¹⁰⁵. EDF R&D voit ainsi son entrée au MINATEC IDEAs Laboratory comme une opportunité d'explorer de nouvelles technologies pour aider à la visualisation de la consommation d'énergie, par exemple.

Le CEA (2001 -) est aussi placé dans cette catégorie, le CEA cherche à générer de nouveaux programmes de Recherche qui pourraient-être légitimés par des concepts innovants. Selon nous, les partenaires académiques UNIVERSITE PIERRE MENDES France (2004 -) et UNIVERSITE STENDHAL (2005 -) relèvent aussi de cette catégorie, ces acteurs étant principalement intéressés par de nouvelles connaissances scientifiques et méthodologiques.

	Partenaire particulièrement représentatif de la catégorie	Attentes sur les C	Attentes sur les K
Partenaires industriels orientés Connaissances	EDF	Les concepts sont considérés comme un moyen d'activer de nouvelles connaissances.	Les études peuvent s'étendre sur de plus longues échelles.

Tableau 22. Précisions sur les attentes des partenaires industriels orientés K

¹⁰⁵ Par exemple, les projets autour de la pompe à chaleur ou du centre de recherche ECLEER.

En interprétant la catégorisation orientée C/orientée K comme un *continuum*, nous retrouvons à mi-chemin des entreprises comme le constructeur automobile français RENAULT (2008-), le groupe BOUYGUES SA (2008 -) et l'opticien ophtalmologique ESSILOR (2004-2008).

Cette composition partenariale, très hétérogène, est largement en opposition avec les recommandations apportées par la littérature en Sciences de Gestion. En effet, l'innovation étant jugée risquée, les auteurs proposent généralement de limiter les risques en terme de composition partenariale et conseillent de choisir des partenaires ayant une certaine compatibilité structurelle, stratégique ou encore culturelle (Cherni et Fréchet, 2006). Des études montrent cependant que des coopérations impliquant des partenaires ayant une forte similarité pouvaient augmenter leurs capacités d'action mais pas nécessairement leurs capacités d'exploration. En d'autres termes, des partenaires aux ressources et compétences similaires vont pouvoir augmenter leur productivité, leur capacité de traitement des activités mais pas forcément d'augmenter et diversifier les compétences de chacun. Or, l'innovation est aussi reconnue comme étant le lieu de rencontre entre des mondes de connaissances initialement disjoints, des « trous structuraux » (Burt, 2004), où vont pouvoir s'opérer des « rencontres créatives » (Pérocheau, 2007). De ce point de vue, la littérature traite ce paradoxe en ayant recours à une logique de compromis (Bassett-Jones, 2005) : la notion de « dissonance cognitive » proposé par Nooteboom illustre ce point. (Nooteboom, Van Haverbeke, et al., 2007, Wuyts, Colombo, et al., 2005) montrent en effet, qu'une trop grande proximité entre acteurs diminue la performance en terme d'innovation, alors qu'une trop grande distance cognitive a pour conséquence des problèmes de compréhension entre acteurs ; les auteurs considèrent ainsi qu'il existe une distance cognitive optimale entre les deux extrêmes. Elle peut être mesurée en terme de brevets ou en « comptant le nombre de « pas » qu'il est nécessaire de remonter afin de trouver une discipline commune » (Vanhée, 2008), malheureusement, cette distance cognitive optimale reste difficilement mesurable et peu opérationnelle.

Cette hétérogénéité des acteurs pose donc quelques interrogations sur les façons dont les partenaires pourront explorer. Vont-ils parvenir à se comprendre ? Quel langage commun vont-ils devoir développer ?

CONCLUSION ET RESUME DU CHAPITRE VI

Nous avons pu voir dans ce chapitre que MINATEC IDEAs Laboratory était un partenariat d'exploration réunissant des partenaires industriels et académiques dans une situation de très forte incertitude. Les acteurs sont à la fois soumis à une incertitude liée au processus d'innovation lui-même mais aussi à l'originalité du fonctionnement de la structure et au profil de ses participants. Pour tous les partenaires industriels, le champ d'opportunité des micro-nanotechnologies de MINATEC constitue une possibilité intéressante d'apprendre et de préparer la conception de leurs futures offres de produits et services. Pour les partenaires, le mot d'ordre est clair, il s'agit pour eux de se positionner stratégiquement auprès de ses nouvelles compétences technologiques. L'investissement dans la plateforme MINATEC IDEAs Laboratory est pour les partenaires une option¹⁰⁶ (Kogut et Kulatilaka, 1994, Lenfle, 2001), une possibilité de construire un portefeuille de compétences qui sera, le cas échéant, mobilisé dans le futur.

Pour chacun des partenaires, les micro-nanotechnologies sont vues comme des technologies de demain à intégrer au plus tôt dans leur réflexion stratégique et leurs développements de produits. Face à ces nouvelles technologies, l'attitude des partenaires est à la fois :

- conservatrice et soucieuse d'une rentabilité court-terme : il s'agit de ne pas trop bousculer les *dominant design*¹⁰⁷ en modifiant les produits existants et en évaluant l'impact de ces technologies sur la société.
- plus risquée en explorant de nouvelles valeurs, quitte à perdre l'identité de leurs produits existants

D'un point de vue organisationnel, MINATEC IDEAs Laboratory apparaît en décalage avec les prescriptions données par la littérature sur les partenariats de R&D. Les partenaires sont différents de tout point de vue : leurs structures, leur stratégie, leurs connaissances et compétences... Ces différences posent avec insistance des questions sur la capacité des partenaires à trouver des trajectoires de coopérations communes et de pouvoir les piloter. La présentation de MINATEC IDEAs Laboratory permet aussi de bien appréhender le fait que la modélisation de l'objet de la coopération que nous proposerons devra permettre de rendre compte des relations

¹⁰⁶ Le terme "option" est ici emprunté aux économistes et la théorie des options réelles.

¹⁰⁷ Le *dominant design* désigne un ensemble de propriétés stabilisant l'identité d'un produit (par exemple : les "ailes" d'un avion, les "branches" des paires de lunettes). "A *dominant design* is a single architecture that establishes dominance in a product category" (Abemathy et Utterback, 1978)

très hétérogènes entre les acteurs et du caractère turbulent du processus d'exploration (l'organisation des tâches est par exemple particulièrement émergent...).

CHAPITRE VII. PROPOSITION D'UN MODELE THEORIQUE POUR MODELISER LA GENERATION DES OBJETS DE COOPERATION

INTRODUCTION ET ORGANISATION DU CHAPITRE VII

Comment des partenaires aux profils si différents parviennent-ils parvenir à s'accorder sur un champ d'innovation ? Comment les objets de la coopération naissent et évoluent-ils ? Ces questions ont servi de fil conducteur tout au long de ces travaux de recherche. Après avoir présenté MINATEC IDEAs Laboratory (cf. Chapitre VI) et montré que la littérature ne permettait pas d'expliquer totalement comment était générée la coopération entre les partenaires, ce chapitre correspond à un essai de théorisation à partir des pratiques observées entre 2007 et 2009¹⁰⁸. Basé sur la théorie de conception C-K ainsi que sur ses avancées théoriques, nous proposons un modèle théorique descriptif de la génération de projets d'innovation dans un partenariat d'exploration. Il s'agit ici d'étudier les objets de coopération *en train de se faire* et de proposer un cadre théorique permettant d'en apprécier leur construction.

Notre Modèle Matching/Building est composé de deux principaux processus en interaction : un *processus de Matching* correspondant aux situations durant lesquelles les partenaires interagissent pour dégager des points de convergence possibles et un *processus de Building* qui correspond au processus intrinsèque aux partenaires et qui leur permet de détecter et d'intégrer de nouvelles connaissances et de nouveaux concepts. L'interaction entre ces deux processus permet, selon nous, de générer et de faire évoluer l'objet de la coopération. Cet objet, premièrement formulé sous forme de *champs d'innovation*, évolue ensuite sous la forme d'*objet générique* et d'*objet-partenaire*.

Ce chapitre se décompose en deux sections.

Tout d'abord nous présenterons les principes généraux de notre modélisation ainsi que son vocabulaire particulier. Dans notre approche, nous représentons les différents partenaires de MINATEC IDEAs Laboratory en leur attribuant un espace C et un espace K. Formalisé dans ces termes, notre modélisation vise ensuite à étudier les interactions entre les espaces C et K des différents partenaires.

La seconde section présentera en détails les différents constituants du Modèle Matching/Building en les illustrant par des cas concrets. Nous introduirons tout d'abord le processus de *Matching*

¹⁰⁸ Ce modèle théorique a été construit à partir de deux années d'observations, il a été présenté et soumis à la critique des acteurs du terrain à plusieurs reprises. Pour plus de détails sur la méthodologie de la recherche employée cf. Chapitre II.

lequel vise à détecter des intersections entre les espaces C et K des partenaires. Ensuite, nous décrivons le processus de *Building* qui correspond à la manière dont les partenaires exploitent les nouvelles connaissances et concepts issues du partenariat dans leur propre raisonnement de conception. En transformant leurs profils C-K, de nouvelles intersections peuvent ensuite être déterminées par *Matching*.

Ces deux processus résultent concrètement en une description de plus en plus fine des concepts et connaissances sur lesquels les partenaires peuvent travailler. Du point de vue de la théorie C-K, l'objet de coopération est partitionné. Nous distinguons trois états de définition de l'objet de la coopération : le champ d'innovation, le concept générique et le concept-partenaire.

Publication scientifique associée au chapitre :

*** Kazakçi, A.O., Gillier, T. et Piat, G. (2008). *Investigating co-innovation in exploratory partnerships : An analytical framework based on design theory*, European Research on Innovation and Management Alliance, Porto, Portugal, 6th-7th November.**

PARTIE 2- MODELISER LA GENERATION DES OBJETS DE COOPERATION UN PARTENARIAT
D'EXPLORATION TRANSECTORIEL

CHAPITRE VI.

MINATEC IDEAs Laboratory®:
DES PARTENAIRES AUX SAVOIRS ET
INTERETS HETEROGENES

CHAPITRE VII.

PROPOSITION D'UN MODELE THEORIQUE
POUR MODELISER LA GENERATION DES
OBJETS DE COOPERATION

Articulation du chapitre VII dans la partie 2

CHAPITRE VII. PROPOSITION D'UN MODELE THEORIQUE POUR MODELISER LA
GENERATION DES OBJETS DE COOPERATION

1. Modéliser les invariants des situations de coopération : les principes fondamentaux de notre modélisation et le vocabulaire employé
 - 1.1. Décrire et comparer les entreprises collaboratrices par leur profil C-K
 - 1.2. Décrire les objectifs de la coopération en lui attribuant des propriétés universelles
 - 1.3. Décrire les actions des concepteurs par les opérateurs de la théorie C-K
 - 1.4. Décrire les interactions des partenaires en superposant les profils C-K des partenaires
2. Le Modèle Matching/Building
 - 2.1. Synthèse générale
 - 2.2. Description du processus de Matching : déterminer des intersections entre profils C-K
 - 2.3. Description du processus de Building : transformer les profils C-K
 - 2.4. Modélisation de la définition des objets de la coopération
 - 2.5. Limites du Modèle Matching/Building
3. Le Modèle Matching/Building en action à MINATEC IDEAs Laboratory
 - 3.1. Un regard sur des pratiques implicites de Matching et de Building
 - 3.2. Des exemples d'intersections de profils C-K à MINATEC IDEAs Laboratory
 - 3.3. Le processus de Building à travers le concept du capteur dans l'habitat
 - 3.4. Evolution de la définition des objets de coopération à MINATEC IDEAs Laboratory

CONCLUSION ET RESUME DU CHAPITRE VII
RESUME DE LA PARTIE 2

Sommaire du chapitre VII

1. Modéliser les invariants des situations de coopération : les principes fondamentaux de notre modélisation et le vocabulaire employé

Selon (Penalva, 1999) (cité par (Belkadi, Bonjour, et al., 2004)) trois entités de base sont nécessaires pour modéliser une situation de conception collaborative : décrire les acteurs, modéliser l'objet de la coopération et modéliser les actions des acteurs. Nous rajoutons un quatrième impératif qui nous semble tout aussi important : modéliser les interactions entre les acteurs de la coopération (communication ...). Voyons maintenant comment notre cadre théorique permet de fédérer ces différentes entités.

1.1. Décrire et comparer les entreprises collaboratrices par leur profil C-K

Pour décrire les acteurs de la conception, nous proposons d'associer à chacun des partenaires du MINATEC IDEAs Laboratory son propre espace C et son propre espace K : ceci correspond à leur *profil C-K*. Conformément à la définition proposée par la théorie C-K, l'espace K correspond à des propositions ayant un statut logique : l'espace K d'un partenaire désigne toutes les connaissances (études de marché, les technologies, stratégie de marché, méthodologies de travail...) et compétences (électronique, marketing, intelligence artificielle...) pouvant être utilisées par l'entreprise lors du processus de coopération. Ces connaissances peuvent être connues des partenaires (ex. une loi physique) ou restant à acquérir (ex. une technologie en vente).

L'espace C d'un partenaire est son espace conceptuel. Celui-ci est composé des intentions de nouveaux produits, des nouveaux services ou encore des nouvelles méthodologies que l'entreprise souhaite développer. Dans l'espace C d'un partenaire, nous retrouvons donc tout ce que celui-ci désirerait faire, tout problème qu'il souhaiterait résoudre. Ces concepts peuvent être expansifs et nécessiter un effort d'apprentissage important ou au contraire restrictifs et nécessiter peu de connaissances supplémentaires¹⁰⁹.

La figure ci-dessous représente par exemple une partie de l'espace conceptuel et de l'espace de connaissance d'EDF R&D¹¹⁰ à son entrée au MINATEC IDEAs Laboratory (cf. Figure 52)¹¹¹.

Nous verrons par la suite que cette représentation est modifiée dynamiquement tout au long du processus de coopération.

¹⁰⁹ Nous référons ici à la notion de régime de conception présentée au chapitre IV.

¹¹⁰ Dans la suite du document, pour représenter le profil d'un partenaire, nous marquerons son nom au dessus de la barre verticale qui sépare l'espace C et l'espace K.

¹¹¹ Du fait de notre niveau d'analyse (modélisation à échelle de l'entreprise), nous ferons l'hypothèse que tous les membres d'EDF R&D travaillant à MINATEC IDEAs Laboratory partagent cette représentation de leur entreprise.

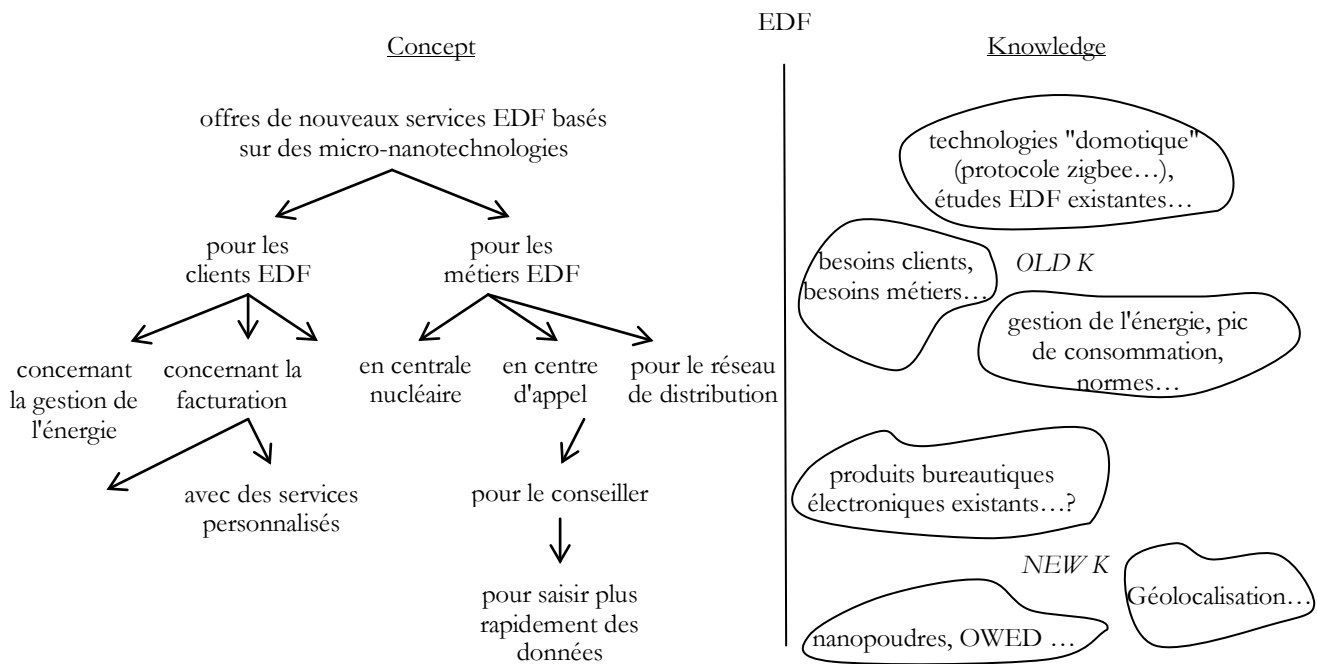


Figure 52. Aperçu du profil C-K d'EDF R&D à MINATEC IDEAs Laboratory (source : contrats de participation et entretiens)

Le fait de pouvoir décrire chaque entreprise d'un partenariat par son profil C-K nous permet, dès lors, de pouvoir distinguer en quoi les membres d'un même partenariat se distinguent et en quoi ils se ressemblent. Pour cela, nous estimerons le degré de similarité des espaces C et K des partenaires ; dans notre cas, cette estimation sera qualitative. De manière métaphorique, nous dirons que des partenaires qui ont des connaissances proches ont une distance K faible (noté K_{faible}) ; à l'inverse, des partenaires dont les savoirs sont très différents auront une distance K forte (noté K_{forte}). De manière symétrique, si les partenaires ont des espaces conceptuels proches, nous dirons que leur distance C est faible (noté C_{faible}) ; dans l'autre cas, leur distance conceptuelle sera forte (noté C_{forte}). Ainsi, nous distinguons qualitativement quatre situations-types de partenariat de conception interentreprises (cf. Figure 53) :

- $C_{\text{faible}}/K_{\text{faible}}$: certains partenaires peuvent avoir des profils C-K très similaires. Cela peut, par exemple, être le cas d'alliances entre entreprises concurrentes.
- $C_{\text{faible}}/K_{\text{forte}}$: les partenaires peuvent détenir des connaissances très différentes sur un même espace conceptuel. Ce cas peut par exemple refléter une coopération verticale entre un équipementier et un constructeur automobile.

- C_{fort}/K_{faible} : les partenaires peuvent avoir des espaces conceptuels très différents bien qu'ils soient dotés de connaissances communes. Nous retrouvons ce cas dans les coopérations horizontales entre des partenaires aux secteurs différents désireuses d'innover par exemple sur un même procédé technologique.
- C_{fort}/K_{fort} : et enfin, des partenaires peuvent avoir des espaces C et des K très contrastés. Globalement, nous positionnerons l'ensemble des partenaires du MINATEC IDEAs Laboratory dans cette dernière configuration : les connaissances et concepts à développer chez les partenaires sont fortement différents.

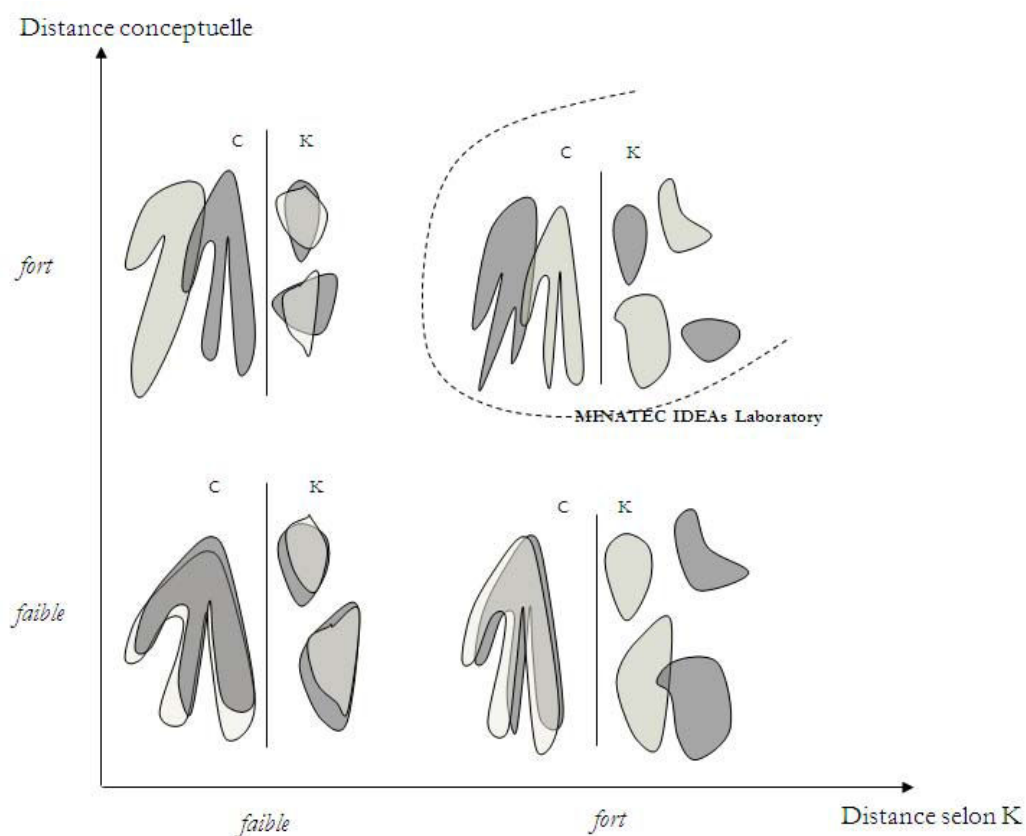


Figure 53. Typologie de partenariat d'exploration selon les profils C-K (Kazakçi, Gillier, et al., 2008)

1.2. Décrire les objectifs de la coopération en lui attribuant des propriétés universelles

(Penalva, 1999) propose de modéliser les objectifs communs de la coopération. Comme nous avons pu l'expliquer précédemment, dans un partenariat d'exploration, les objectifs communs ne sont pas clairement connus au préalable. Fondamentalement, une des finalités d'un partenariat d'exploration consiste justement à définir l'objet de la coopération. Notre cadre théorique devra donc nous permettre de comprendre comment l'objet de la coopération émerge au cours de la coopération et comment celui-ci évolue.

Du point de vue des théories de conception, l'objet de la coopération correspond à une description de l'objet par l'adjonction (ou soustraction) de propriétés (Braha et Reich, 2003). Ces propriétés peuvent-être d'ordres multiples : fonctions, composants structuraux ... Pour décrire les objectifs de la coopération, nous utilisons donc la théorie C-K, il s'agira au final de décrire : un concept (C_0) avec ses différents attributs (p_1, p_2, \dots, p_n) ainsi que les connaissances qui ont été nécessaires à sa production. Une conséquence importante est que l'objet de la coopération est plus ou moins jugé innovant selon les partenaires (des partenaires peuvent juger certaines propriétés expansives alors que d'autres trouveront les propriétés trop restrictives).

1.3. Décrire les actions des concepteurs par les opérateurs de la théorie C-K

Pour décrire les activités des partenaires durant leur coopération, nous utilisons les quatre opérateurs de la théorie C-K ($C \rightarrow K$, $K \rightarrow C$, $C \rightarrow C$, $K \rightarrow K$). Par exemple, lorsque des partenaires effectuent des travaux d'expérimentation, des recherches empiriques, des tests, nous représentons cette activité par l'opération $C \rightarrow K$. Les activités de génération d'idées comme le brainstorming sont symbolisées par l'opération $K \rightarrow C$. A l'opérateur $K \rightarrow K$ correspondent les activités de génération de connaissances à partir d'une connaissance existante (ex. veille technologique, conférences scientifiques). Enfin, à travers l'opérateur $C \rightarrow C$ nous retrouvons les activités visant à enrichir un concept initial telles que l'exécution de sketches ou la réalisation de scénarios d'usage.

1.4. Décrire les interactions des partenaires en superposant les profils C-K des partenaires

Pour décrire les interactions des partenaires, nous proposons d'étudier les interactions de leur profil C-K. Selon nous, étudier la coopération entre des partenaires revient notamment à étudier comment les stratégies de conception de chaque partenaire (symbolisées par leur profil C-K) se transforment durant les situations de coopération.

Pour représenter graphiquement une situation de coopération et pouvoir comparer et montrer les dynamiques créées entre les profils C-K des différents partenaires, nous proposons de superposer

les profils C-K. Selon notre schématisation, la Figure 54 ci-dessous correspond donc à deux entreprises en situation de coopération¹¹².

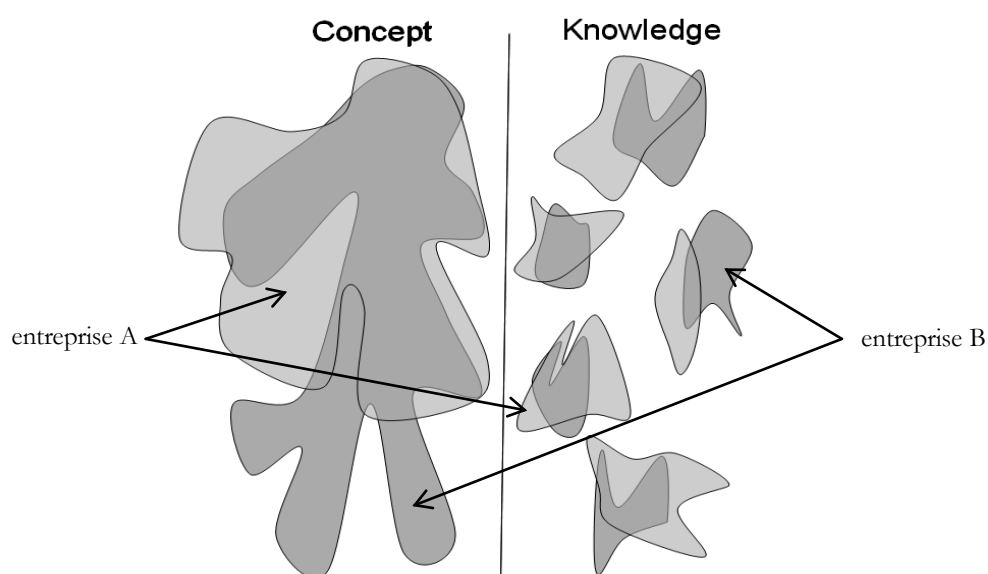


Figure 54. La co-exploration vue comme la superposition de profils C-K (Kazakçi, Gillier, et al., 2008)

¹¹² Pour des raisons de clarté, le Modèle Matching/Building que nous proposons et les cas illustratifs suivants sont basés sur le cas d'une coopération entre deux partenaires, le principe reste le même pour des coopérations impliquant plus de partenaires.

2. Le Modèle Matching/Building

2.1. Synthèse générale

Notre Modèle Matching/Building vise à expliquer comment les objets d'une coopération émergent dans une coopération entre plusieurs entreprises. La Figure 55 de la page 172 est la synthèse de notre modèle théorique.

Il est composé de deux principaux processus cognitifs en interaction :

- Le processus de *Matching* qui consiste à déterminer des intersections entre les profils C-K des différents partenaires. Pour cela, les partenaires vont essayer de déterminer des chevauchements d'intérêts communs, c'est-à-dire des concepts (ou des séquences conceptuelles) semblables ou encore des connaissances manquantes communes.
- Le processus de *Building* est un processus de transformation des profils C-K qui s'effectue au fur et à mesure de la co-exploration et qui entraîne plusieurs phénomènes : réactivation de connaissances existantes, ajustement de l'espace conceptuel, apprentissage de la base de connaissance, expansion conceptuelle, fonction d'évaluation... Le fait de transformer des profils C-K permet notamment de pouvoir réaliser ensuite un processus de *Matching* et ainsi de créer des intersections entre profils C-K qui n'existaient pas au préalable.

La détermination de ces intersections va construire, au fur et à mesure, les objectifs de la coopération : ceux-ci correspondent à des séquences de concepts et des archipels de connaissances sur lesquels les partenaires souhaitent coopérer. Les objectifs de la coopération sont modélisés par l'explicitation de concepts, l'adjonction de propriétés ($p_1, p_2 \dots p_n$) et l'explicitation de connaissances (cf. cadre en pointillé dans la figure). Premièrement formalisé sous forme de *champs d'innovation*, l'objet de la coopération est petit à petit partitionné pour produire des *concepts génériques* et des *concepts partenaires*.

Remarquons ici que le Modèle Matching/Building s'intègre complètement dans la théorie axiomatique de l'action collective proposée par (Hatchuel, 2008) qui stipule que savoir et relation sont des conditions axiomatiques de l'action et que ceux-ci sont inséparables : le savoir produit par un acteur dépend de la manière dont il interagit avec autrui ; inversement les relations dépendent des modalités d'apprentissage des acteurs. Dans notre cas, l'objet de la coopération va

dépendre des dynamiques relationnelles entretenues par les partenaires qui sont, elles-mêmes, influencées par la capacité des partenaires à mobiliser leurs propres concepts/ connaissances.

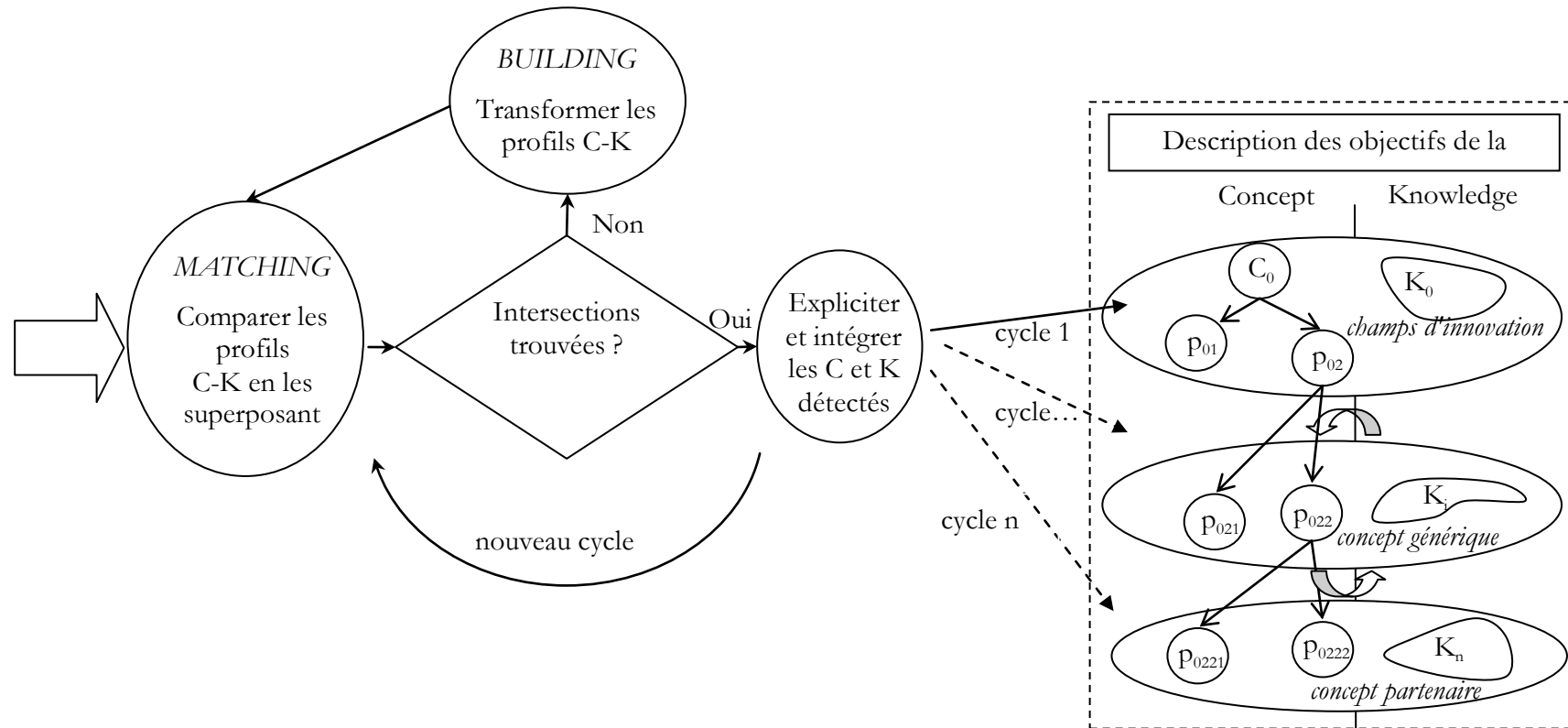


Figure 55. Synthèse du Modèle Matching/Building

2.2. Description du processus de *Matching* : déterminer des intersections entre profils C-K

Le processus de *Matching*¹¹³ vise à révéler des intersections entre les profils C-K des différents partenaires. Il s'agit en fait de trouver des « points d'ancrage » entre les partenaires. Les partenaires vont tenter de détecter des poches de connaissances communes ou complémentaires¹¹⁴, des défauts de connaissances partagés ou des concepts semblables sur lesquels travailler.

Le *Matching* correspond au processus par lequel les partenaires parviennent à identifier des intersections existantes entre leur espace C et leur espace K respectifs (cf. Figure 56). L'initiative du *Matching* peut être prise par un seul ou plusieurs partenaires. Lors d'échanges, chaque partenaire va tenter de se représenter les espaces C et les espaces K de ses partenaires. En coopérant, les partenaires vont tenter de détecter des partitions (ou des séquences) conceptuelles expansives communes ou complémentaires. Le processus visant à déterminer des *partitions collectives* correspond à une opération de *Matching par les C*.

Inversement, les partenaires peuvent désirer apprendre ensemble sur de mêmes poches de connaissances sans que celles-ci soient rattachées forcément à de mêmes concepts, ou encore mettre en commun des connaissances complémentaires pour faire émerger de nouveaux concepts, cette action est qualifiée de *Matching par les K*.

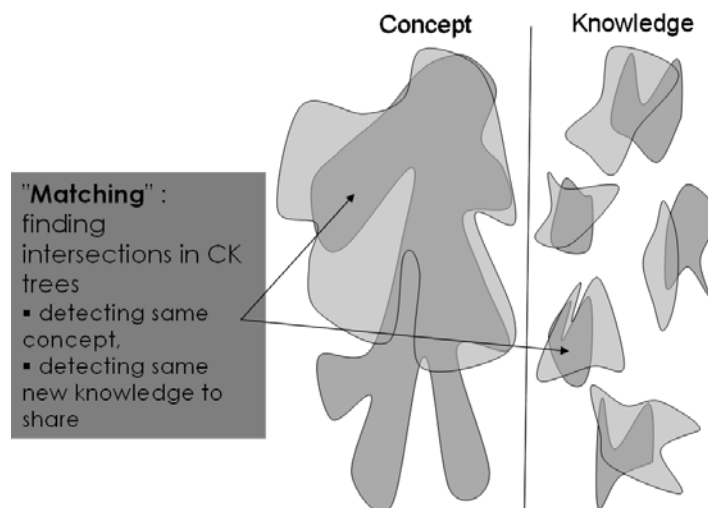


Figure 56. La stratégie de *Matching* (Kazakçi, Gillier, et al., 2008)

¹¹³ Par souci de concision et pour des raisons de cohérence avec nos publications scientifiques, nous emploierons les termes anglophones "*Building*" et "*Matching*" pour désigner respectivement le fait de révéler ou construire de nouvelles intersections.

¹¹⁴ Celles-ci pouvant occasionner, par exemple, la création de concepts nouveaux par disjonctions sémantiques ($K \rightarrow C$) (cf. p82)

2.3. Description du processus de *Building* : transformer les profils C-K

Bien que favorisé dans un premier temps, le principe de *Matching* n'aboutit pas toujours directement. En effet, les intersections entre les espaces C et K ne préexistent pas toujours ou sont difficiles à déceler car les profils C-K des partenaires peuvent-être très hétérogènes. Dans ce cas, une seconde possibilité pour collaborer est de réaliser un *Matching* après avoir réalisé un *Building*, c'est-à-dire après qu'un ou que plusieurs profils C-K soient transformés (cf. Figure 57). Ces transformations de profil C-K peuvent se passer dans l'espace C et/ou dans l'espace K. A partir des données de son environnement (son partenaire par exemple), une entreprise peut être amenée à ajouter des partitions conceptuelles ou acquérir de nouvelles connaissances. Les intersections nouvellement trouvées sont généralement vécue comme une opportunité de coopération non envisagée au préalable par les partenaires. Nous verrons dans le prochain paragraphe que l'extension de la théorie C-K proposée par (Kazakçi, 2007) nous est utile pour rendre compte des différents mécanismes du *Building*.

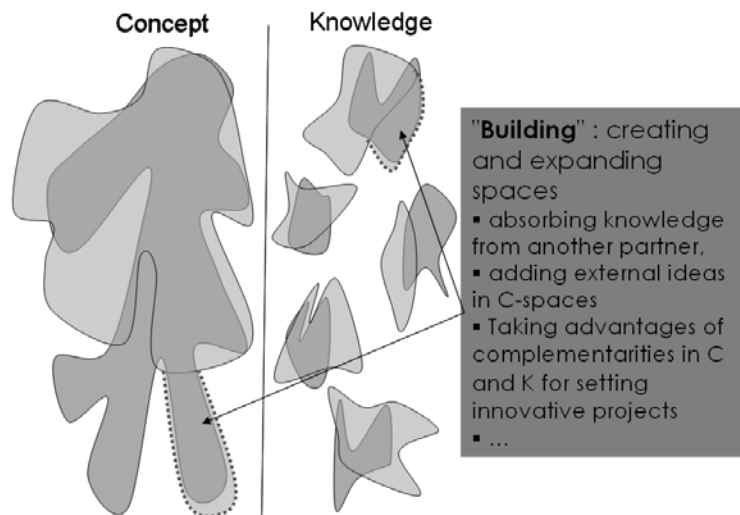


Figure 57. La stratégie de *Building* (Kazakçi, Gillier, et al., 2008)

2.3.1. Pré-requis : la théorie CKE

Selon nous, décrire le processus de *Building* consiste à s'interroger sur les problématiques liées notamment à l'apprentissage d'une entreprise à travers des notions comme les *capacités dynamiques* (Eisenhardt et Martin, 2000, Teece, Pisano, et al., 1997) ou les *capacités d'absorption* (Cohen et Levinthal, 1990). Les auteurs définissent les capacités d'absorption comme « les capacités d'une entreprise à reconnaître la valeur d'une information externe, à l'assimiler et à l'appliquer dans des buts commerciaux » (ibid., p128, traduit de l'anglais). D'une manière quasiment identique, les capacités dynamiques désignent « la capacité d'une entreprise à intégrer, construire et configurer

des compétences internes et externes afin de s'adapter à un environnement turbulent (Ibid., p516, traduit de l'anglais) ».

Dans notre étude, il s'agit donc bien aussi de comprendre comment un partenaire interprète et exploite une information provenant du partenariat pour en tirer profit dans ses propres activités et pour coopérer. Remarquons que notre but n'est pas de critiquer la notion de capacité d'absorption et de capacité dynamique mais de proposer un cadre théorique permettant d'apprécier les mécanismes sous-jacents à ces deux notions théoriques.

Pour cela, les travaux sur la théorie CKE proposés par (Kazakçi, 2007) et sur la cognition située de manière générale (Gibson, Adolph, et al., 1999, Schön, 1983, Suchman, 1987, Valkenburg, 2000) nous sont fort utiles. Pour modéliser l'activité de conception collective et notamment l'interaction d'un agent de conception avec son environnement, (Kazakçi, 2007) propose donc de rajouter un nouvel espace à la théorie C-K, l'espace E, pour désigner l'environnement. L'encadré suivant reprend les éléments fondamentaux de la théorie CKE (cf. Figure 58) en illustrant le travail de conception de deux agents.

« Le concepteur 1 crée un concept C_1 suite à une disjonction sémantique (processus 1). Le concept active certaines connaissances (processus 2) qui résulte en une action qui produit une description D_1 dans l'environnement (processus 3). Le deuxième concepteur observe D_1 et une perception K_3 est formée (processus 4). Cette perception peut ne pas avoir de sens pour le concepteur 2. Dans ce cas, une disjonction sémantique a lieu, cette fois-ci pour le deuxième concepteur, et un concept C_2 est créé (processus 5). Alternativement, K_3 peut être une représentation claire et habituelle pour le concepteur 2 et peut activer d'autres connaissances (processus 6). Divers cas sont possibles en fonction de la connaissance activée. K_4 peut inspirer le concepteur 2 et il peut créer un autre concept C_3 pouvant être plus différent de C_1 que C_2 l'est (processus 7). Il est aussi possible que K_4 entraîne une action.

Cette action peut avoir diverses raisons. Il peut s'agir d'une évaluation de D_1 , c'est à dire une E-validation du point de vue du deuxième concepteur (processus 10). Il peut aussi être une modification de D_1 (processus 11). Cette modification a été effectuée uniquement à partir de l'espace de connaissance du deuxième concepteur. Ce concepteur contribue au processus directement en utilisant un savoir déjà acquis, peut être même automatisé. La trace de cette opération peut être modélisée par un processus 12 pour décrire la transformation de D_1 en D'_1 .

Contrairement, les concepts créés par le concepteur 2 peuvent activer des connaissances (processus 8 et 9) qui peuvent mener à la suggestion d'une description de produit alternative

(processus 13). Le concepteur 1 va observer tout changement qui a lieu dans l'environnement – le résultat de ses propres actions (donc la description D_1), la E-validation du concepteur 2, la transformation de D_1 en D'_1 par le concepteur 2 ou la création de D_2 . Ces observations peuvent avoir diverses conséquences sur le raisonnement du concepteur 1 (inspiration par une proposition ou E-validation du concepteur, activation de diverses connaissances, création de nouveaux concepts, élaboration des concepts déjà créés, actions pour changer l'environnement). » (Kazakçi, 2007) : 213

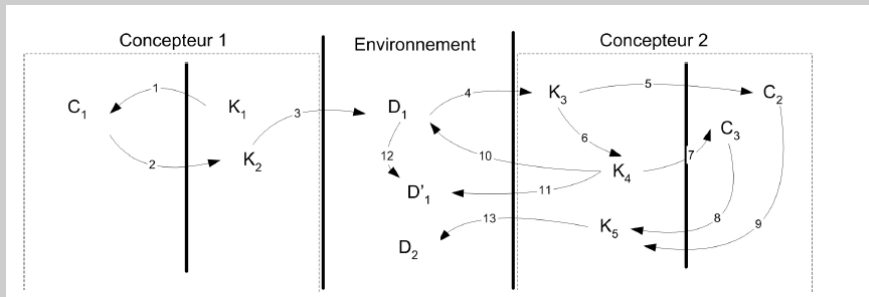


Figure 58. Le travail de deux concepteurs décrit par la théorie CKE (Kazakçi, 2007)

L'auteur fait référence à trois processus majeurs : la *perception* qui est « le processus par lequel l'agent fait sens de son environnement et de soi-même » (Ibid., p64), la *conceptualisation* qui correspond au « processus de création de concept » (Ibid., p66) et l'*action* qui est la production d'externalités visibles (dessiner, prototyper...). L'auteur remarque que ces trois processus sont interdépendants : « la perception fournit l'information pour l'action et génère des conséquences qui informe la perception (Gibson, Adolph, et al., 1999) » (Ibid., p64), « la perception et l'action interagissent avec les concepts que l'agent possède ». (Ibid., p65).

Dans notre échelle d'analyse, les agents de conception que nous considérons ne sont pas les individus mais les partenaires. Ainsi, selon nous, face à un nouveau concept ou une connaissance externe, les partenaires vont *percevoir* cette donnée, réaliser un effort de *conceptualisation et de ré-ordonnement* pour adapter leur profil C-K existant et *agir* en externalisant de nouveaux concepts et connaissances.

2.3.2. Description du processus de *Building*

En extrapolant la théorie CKE à notre cas, nous proposons de modéliser le *Building* de la manière suivante (cf. Figure 59) :

- début du Building par processus de perception ($E \rightarrow K$) : Pour débiter, une information est transmise au partenaire. Cette information peut être une proposition de coopération par un autre partenaire (essai de *Matching*) ou encore provenir de projets en cours (ex. découverte d'un nouveau phénomène chimique). Conformément aux travaux de Kazakçi, les partenaires vont percevoir cette donnée extérieure sur la base de leurs connaissances et concepts existants. Cela revient aussi à dire que les partenaires ne perçoivent pas tous les stimuli de l'environnement mais seulement ceux pour lesquels ils ont une connaissance minimale sur le sujet¹¹⁵, mais aussi à dire que les partenaires n'ont pas la même perception d'un même événement.
- processus de transformation ($C \rightarrow C, K \rightarrow K, C \rightarrow K, K \rightarrow C$)¹¹⁶ : Pour intégrer cette nouvelle information, les partenaires vont tenter de la situer, de faire des liens avec leurs connaissances et concepts existants en la confrontant à leur profil C-K. La perception de cette information est notamment l'occasion pour les partenaires :
 - *de réagencer leur espace C* : L'information externe peut entraîner des prises de décisions sur des choix de conception à faire plutôt que d'autres (choix des partitions et modification du chemin de conception¹¹⁷). L'information peut venir valider certains concepts¹¹⁸ (ex. le partenaire est informé d'une technologie permettant de concrétiser une idée jusqu'alors jugée infaisable).
 - *de réagencer leur espace K¹¹⁹* : L'information externe peut permettre de créer des liens entre des connaissances existantes. Certaines connaissances jusqu'ici négligées ou « dormantes » peuvent-être réactivées (ex. appel d'une expertise). Les connaissances

¹¹⁵ Nous expliquons ici d'une certaine manière les conclusions de nombreux auteurs qui soulignent la corrélation positive entre le niveau de performance des capacités d'absorption et les connaissances existantes d'une entreprise ("a firm's absorptive capacity [...] is largely a function of the firm's level of prior related knowledge"(Cohen et Levinthal, 1990):128).

¹¹⁶ A la différence de Kazakçi, nous préférons le terme "transformation" à celui de "conceptualisation" car nous pensons que le changement engendré par la perception d'une information externe peut impacter une modification de l'espace K sans nécessairement entraîner une modification de l'espace C (pas nécessairement de création de concepts).

¹¹⁷ Le "chemin de conception", nommé aussi "design path", correspond à la suite d'attributs de C que le concepteur souhaite mobiliser dans sa conception.

¹¹⁸ Une E-validation dans les termes de (Kazakçi, 2007).

¹¹⁹ La littérature sur la théorie C-K présente l'espace K comme n'étant a priori régi par aucun ordre structurel formel contrairement aux ensembles associés à l'espace C. En employant abusivement le terme "ré-ordonnement de l'espace K", nous souhaitons simplement exprimer l'aspect dynamique de l'espace K lors d'une interaction collaborative (effet de mémorisation, réactivation de connaissances, évaluation de ses connaissances...).

existantes des partenaires peuvent être révisées, certaines connaissances peuvent-être même « abandonnées » au profit de la nouvelle connaissance¹²⁰.

- *d'étendre leur espace C* : Cette information externe peut être une connaissance qui associée à une connaissance existante va permettre au partenaire de créer un nouveau concept. L'information peut aussi être un concept que le partenaire va intégrer totalement ou seulement en quelques partitions.
- *d'étendre leur espace K* : Plus généralement, l'information externe peut aussi simplement augmenter les bases de connaissance du partenaire sur un sujet précis sans forcément créer de concept.

- processus d'action (K→E) et fin du *Building* : Suite à cela, les partenaires vont engager des actions et modifier leur environnement : rédactions de documents, réponses orales à un partenaire concernant un souhait de coopération, interventions d'un expert sur un projet... Les partenaires vont pouvoir, par exemple, choisir de prendre la responsabilité de certains projets fluidifiant ainsi la coordination des coopérants.

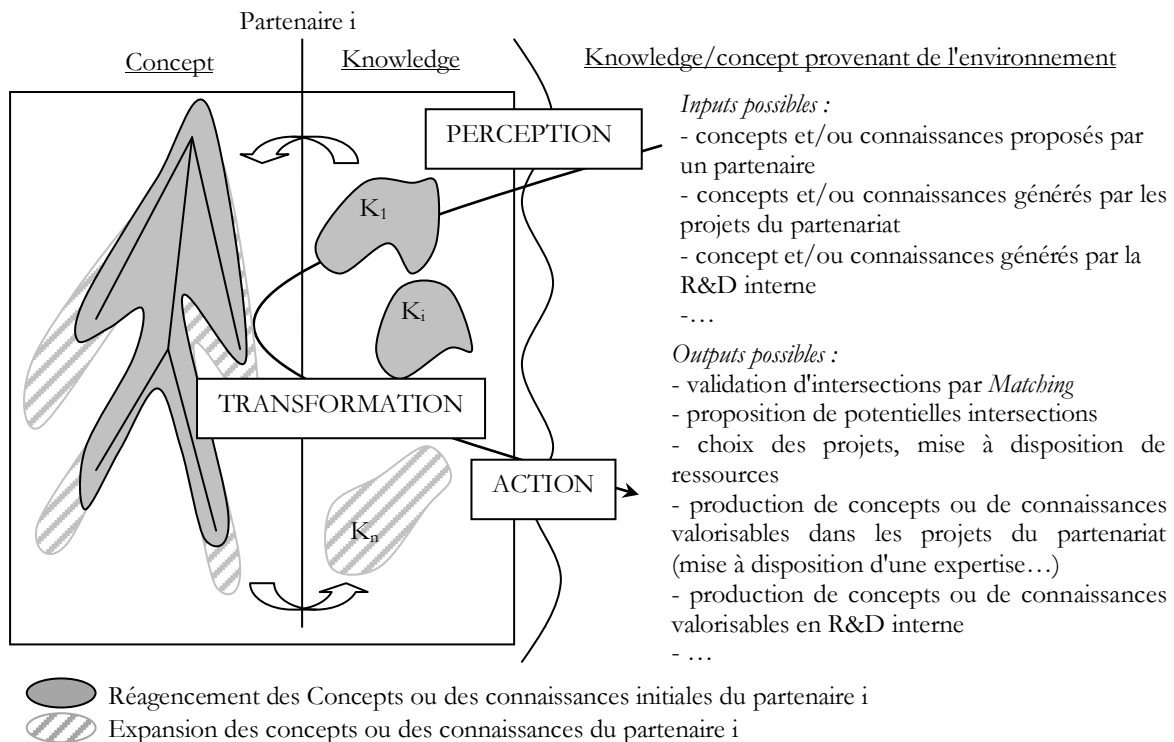


Figure 59. Modélisation du processus de *Building* d'un partenaire

¹²⁰ Il nous semble que nous rejoignons ici le terme de "descriptive capacity" proposé par (Felk, Le Masson, et al., 2009) pour témoigner de la capacité d'une organisation à désactiver une connaissance existante pour pouvoir capter de nouvelles connaissances.

2.4. Modélisation de la définition des objets de la coopération

Au fur et à mesure que les intersections entre les profils C-K sont établies, les propriétés de l'objet de la coopération, c'est-à-dire les objectifs de la coopération, sont affinées. Selon la nature même de ces propriétés, nous avons pu observer trois états principaux : les objets de la coopération peuvent être formulés sous la forme d'un champ d'innovation, d'objets-génériques ou d'objets-partenaires.

L'objet de coopération est tout d'abord formalisé par l'énonciation d'un champ d'innovation, c'est à dire « un domaine où l'on veut exercer un travail de conception innovante » (Hatchuel, Le Masson, *et al.*, 2001). Au fur et à mesure des opérations de *Matching* et de *Building*, les partenaires s'accordent sur des concepts et des connaissances ; ces champs d'innovation s'affinent donc en permanence par un partitionnement.

A un certain stade¹²¹, nous observons que le champ d'innovation initial se cristallise autour de ce que nous appelons des concepts génériques. Ceux-ci sont constitués de partitions collectives, c'est à dire d'une suite de concepts dont les partenaires partagent un intérêt fort.

Enfin, ces concepts génériques peuvent être eux-mêmes affinés pour aboutir à ce que nous avons appelé des concepts-partenaires c'est-à-dire à des concepts qui n'intéressent plus qu'un nombre très réduite de partenaires (ces concepts ne résultent plus véritablement d'une opération de *Matching* entre des profils C-K).

Les différents stades de progression de l'objet de coopération sont synthétisés par la Figure 60 ci-dessous.

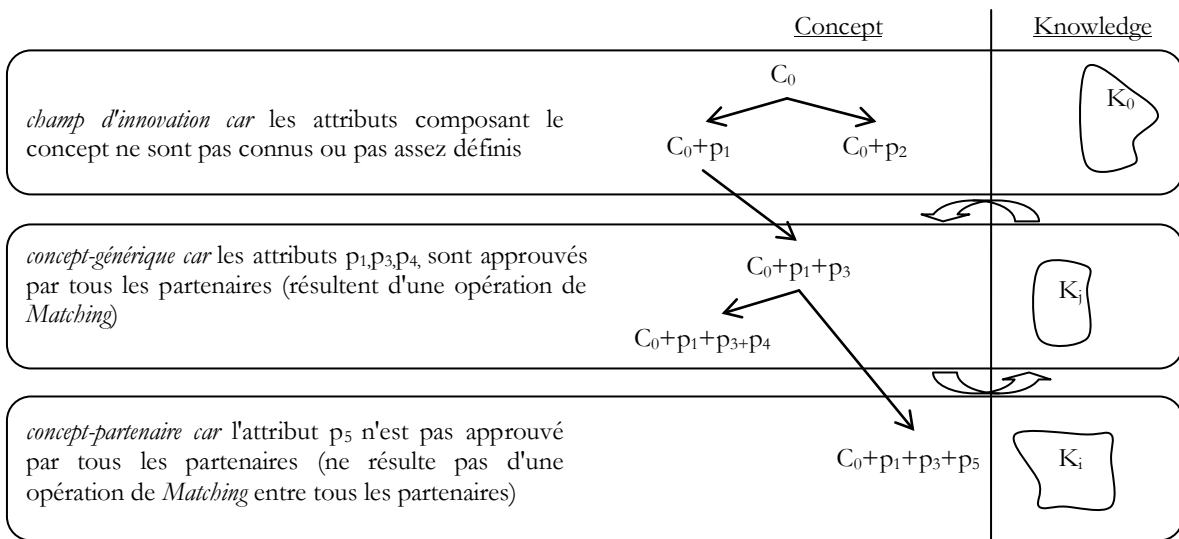


Figure 60. Processus de conception des objets de la coopération

¹²¹ Nous reconnaissons ici une limite du Modèle Matching/Building : comment exprimer théoriquement le passage du champ d'innovation au concept générique ou au concept-partenaire ? Une étude plus approfondie de la nature des propriétés de l'objet de la coopération dans ces deux états nous semble être une perspective de recherche intéressante.

2.5. Limites du Modèle Matching/Building

Après avoir décrit notre modèle théorique, il convient également d'en souligner les limites. Ces limites sont notamment intrinsèques à la méthodologie de recherche par cas. Notre analyse s'étant fondée sur le seul cas MINATEC IDEAs Laboratory, elle ne reflète donc pas nécessairement un phénomène général ; notre modèle nécessite d'être éprouvé sur d'autres cas bien que ce modèle théorique ne nous semble pas exclusif à MINATEC IDEAs Laboratory. Selon nous, nous pourrions retrouver les principes de Matching/Building dans d'autres situations de coopération mais avec des intensités respectives différentes.

Une limite de la méthode par cas fréquemment mentionnée dans la littérature correspond à la difficulté pour le chercheur de saisir et trier les informations utiles à son analyse. L'abondance des matériaux empiriques ainsi que les contraintes temporelles de cette recherche, nous ont amené à négliger certains facteurs dans notre modélisation. Comme nous l'avons indiqué dans le chapitre II, nous avons privilégié un niveau unique d'analyse : celui de l'organisation. Dans cette recherche, nous n'avons donc pas véritablement pris en compte la dimension individuelle ou encore institutionnelle de l'innovation. Nul doute que la définition des objets de la coopération est influencée par des motivations individuelles et par des rapports interindividuels (confiance, conflits,...). Du point de vue de la dimension individuelle, une hypothèse que nous avons faite était que le profil C-K d'une entreprise correspondait à celle de ses membres.

Enfin, notre interprétation du phénomène de génération des objets de coopération a pu être biaisée par notre plus grande proximité avec l'entreprise EDF R&D. La manière dont l'entreprise EDF R&D conçoit sa coopération peut éventuellement différer de celles de ses partenaires. Les données concernant les marchés, les compétences ou encore les ambitions des autres partenaires ont été récoltées à partir des contrats de participation des partenaires ainsi que d'autres documents officiels. Il est pour autant évident que les intentions et les déclarations des partenaires ne se superposent pas toujours aux actions effectives des partenaires, (Argyris et Schön, 1974) ont montré à ce sujet, les ajustements continus entre ce qui est communiqué par les acteurs et les comportements tacites de ces derniers.

3. Le Modèle Matching/Building en action à MINATEC IDEAs Laboratory

Nous proposons dans cette section de démontrer l'intérêt du Modèle Matching/Building pour expliquer théoriquement notre cas MINATEC IDEAs Laboratory. Nous verrons que ce modèle théorique permet d'expliquer et d'interpréter des pratiques diverses : propositions de coopération, documents de travail échangés pour parvenir à trouver des intérêts...

3.1. Un regard sur des pratiques implicites de *Matching* et de *Building*

Concrètement, les processus de *Matching* et de *Building* s'opèrent durant les discussions formelles et informelles entre les partenaires (échanges de documents, repas d'affaires, proposition de projets...). Celles-ci permettent aux partenaires de se connaître, d'avoir une représentation subjective et partielle de leur propre profil C-K et de ceux de leurs partenaires afin de savoir ce qu'ils pourraient faire ensemble.

Durant leurs échanges, les partenaires sont fréquemment amenés à formuler des premiers concepts : (ex. «(Voulez-vous travailler avec nous) sur de nouvelles offres de personnalisation dans la maison ? » (C_{0+p1})). Si ces premières propositions sont concluantes, les partenaires vont préciser davantage les concepts en le partitionnant (ex. « [...] sur de nouvelles offres de personnalisation dans l'entrée de la maison ?" » (C_{0+p2})). Dans le cas contraire, les partenaires vont soit changer totalement de partitions (« [...] sur de nouveaux systèmes de facturation ? » (C_1)) ou départitionner la proposition initiale en remontant à un niveau plus général (« [...] sur le concept de « maison communicante » ? » (C_0)). Dans le même temps, les partenaires vont tenter d'en apprendre plus sur leurs compétences respectives (« ex. avez-vous une compétence spécialisée dans le protocole zigbee¹²² ? » (K_0)) ainsi que sur les connaissances qui pourraient être source d'apprentissage collectif (cf. Figure 61).

Cette nécessité de décartonner les propositions initiales a été notamment fortement observée au début de la coopération. Du fait de leur méconnaissance réciproque, les acteurs ont été forcés d'engager plusieurs départitionnements pour parvenir à des concepts relativement abstraits, que nous qualifierons par la suite comme des champs d'innovation.

¹²² Le protocole zigbee est un protocole de communication pour petites portées à consommation réduite.

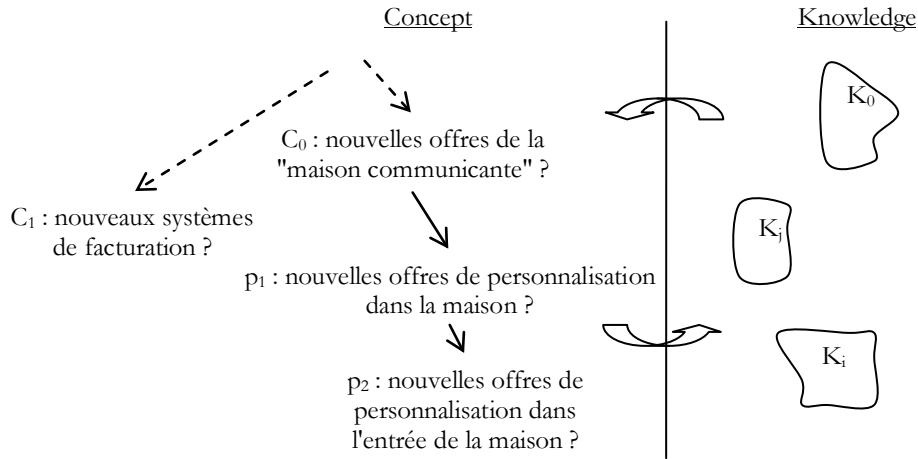


Figure 61. Exemple d'un échange de propositions de coopération

L'analyse des différents documents que les partenaires de MINATEC IDEAs Laboratory s'échangent nous permettent de constater que, dans leurs pratiques quotidiennes, les partenaires vont « naturellement » s'appuyer sur des processus de *Matching* et de *Building*. Par exemple, la Figure 62 est un document de travail utilisé par les partenaires pour tenter de trouver des zones d'intérêts communs concernant de nouvelles technologies (ou des thématiques) à explorer. Elle illustre parfaitement les principes de *Matching* et de *Building*. Au moment où ce travail a été exécuté, chaque partenaire a dévoilé ses propres intérêts et a tenté de déceler des technologies à co-explorer (case [partenaire i; partenaire j]) (opération de *Matching*). Certains partenaires, qui initialement n'étaient pas (ou peu) intéressés par une technologie, ont, par la suite, pu changer d'avis (suite à une opération de *Building*) !

partenaire 1	partenaire 2	partenaire 3	partenaire 4	
- Encre OLED - Ecriture sur tout supports	- Apprentissage de l'écriture - Transmission écriture	- Transmission écriture - Liens dynamiques sur support papier/écriture	- Rupture - Nanospray / Ecran - Ecran FMR	part. 5
	- Vision augmentée / voir des paramètres physiques (thermie, radioactivité, vapeur, haute pression)	- Habitat - Voir à distance - Liens dynamique sur support - Mémoire		part. 1
			- Photochromie intelligente - Masque + écran - Vision augmentée (nuit, neige, brouillard) - Customisation	part. 2
			Gestion et services aux communautés de pratiques	part. 3

Figure 62. Croisement des intérêts des partenaires sur des technologies/thématiques (source : interne)

3.2. Des exemples d'intersections de profils C-K à MINATEC IDEAs Laboratory

Nous proposons dans ce paragraphe d'illustrer des cas d'intersections de profils C-K observés à MINATEC IDEAs Laboratory. Comme explicité précédemment, le *Building* nécessite l'exécution d'un processus de transformation spécifique. Celui-ci sera volontairement peu détaillé dans les exemples suivants mais fera l'objet d'une étude à part entière (cf. p188).

3.2.1. Une intersection existante révélée par un *Matching* par les C

BOUYGUES fait partager à RENAULT son désir de concevoir des routes plus sécurisées qui, par un système de capteurs, permettraient d'asservir les véhicules en réglant leur vitesse selon le taux de circulation. De son côté, RENAULT fait part à BOUYGUES sa volonté de créer une voiture électrique qui soit plus autonome que les actuelles. Une idée serait d'alimenter la voiture électrique en continu, et non plus à des bornes de recharge, en positionnant des capteurs dans le sol capables de récupérer l'énergie des déformations mécaniques produites par le passage des véhicules, cette énergie pouvant ensuite être transmise aux véhicules. Cet exemple illustre une stratégie de *Matching* par les C. En exposant ces desiderata, BOUYGUES et RENAULT vont pouvoir par exemple se rendre compte de certaines partitions communes, en l'occurrence l'insertion de capteurs dans les routes, lesquelles peuvent être le sujet de missions d'exploration conjointes (ex. veille partagée sur de nouveaux capteurs, création d'un revêtement de route aux propriétés innovantes...).

Figure 63. L'exemple fictif des capteurs dans les routes (adaptation d'un cas réel soumis à la confidentialité)

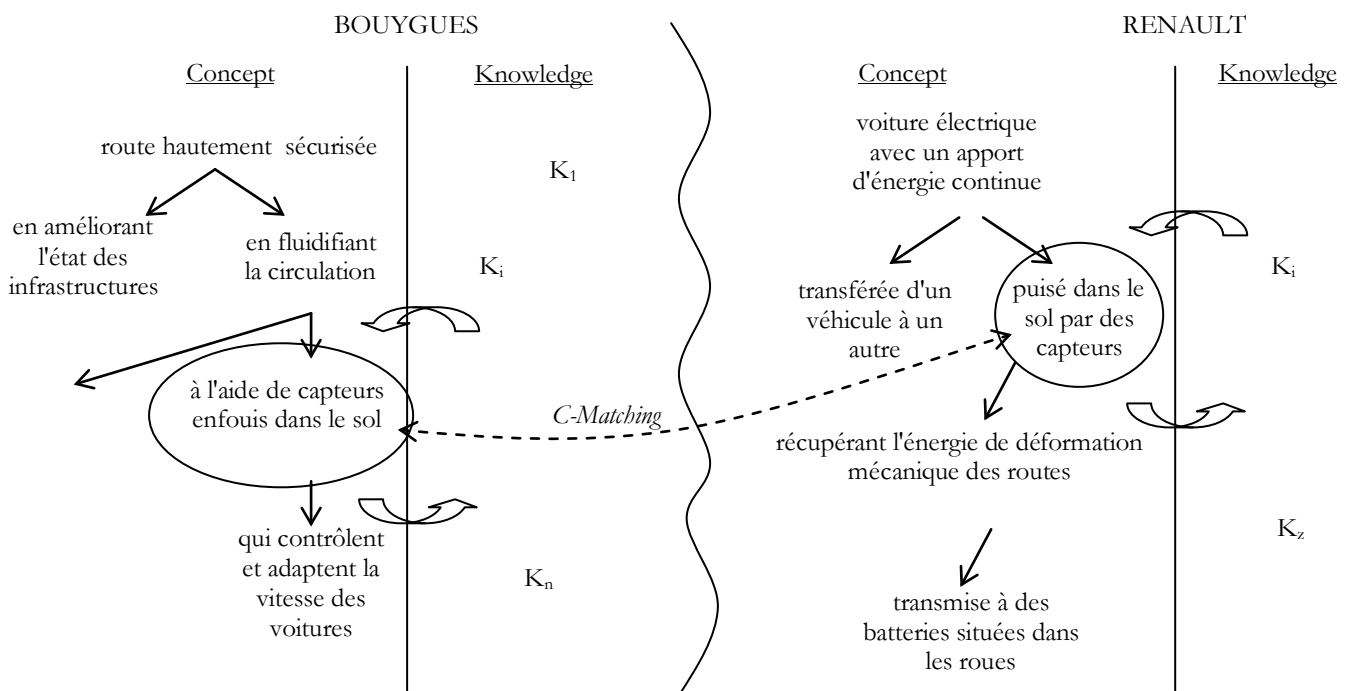


Figure 64. Une intersection existante révélée par un *Matching* par les C :
« des capteurs dans les routes »

3.2.2. Une intersection existante révélée par un *Matching* par les K

Une illustration du *Matching* par les K peut être donnée en considérant l'attrait partagé de ROSSIGNOL et ESSILOR envers la technologie des nanopoudres (cf. Figure 66). Bien que de finalités différentes (pour ROSSIGNOL, il s'agit d'améliorer des procédés de décoration pour les skis et pour ESSILOR, il s'agit d'améliorer la qualité des verres ophtalmiques), ROSSIGNOL et ESSILOR pourraient être intéressés d'apprendre ensemble sur les propriétés des nanopoudres et leurs processus de mises en œuvre.

Figure 65. L'exemple fictif des nanopoudres (adaptation d'un cas réel soumis à la confidentialité)

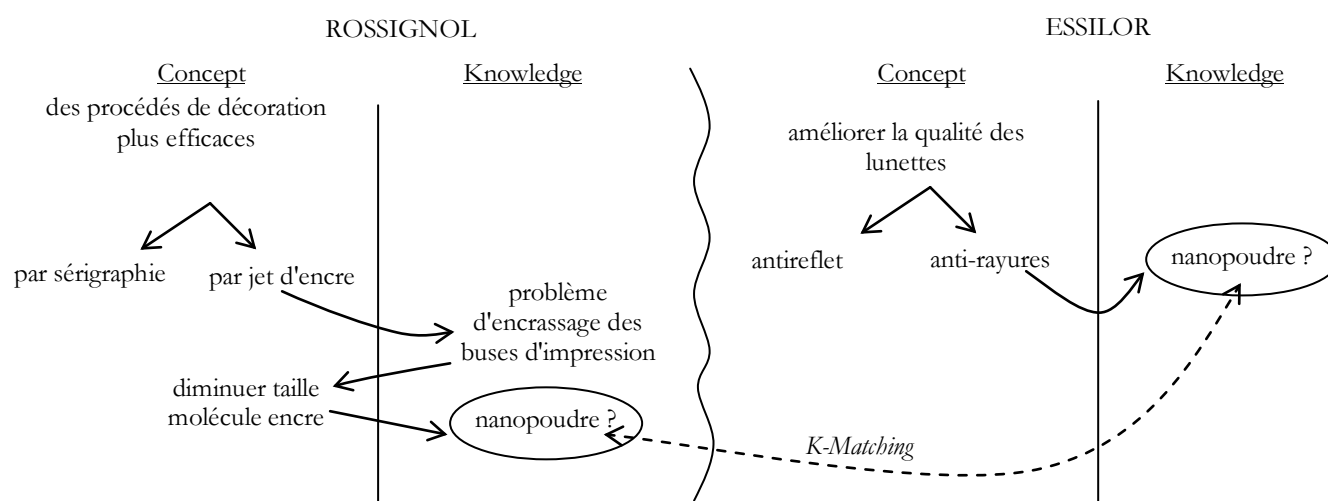


Figure 66. Une intersection existante révélée par un *Matching* par les K : « les nanopoudres »

3.2.3. Une nouvelle intersection révélée par un *Matching* par les C

A MINATEC IDEAs Laboratory, ROSSIGNOL avait comme principale mission d'étudier des solutions technologiques pouvant « rendre la pratique du ski plus fun ». L'idée de pouvoir se filmer en train de skier et de pouvoir envoyer ces images instantanément avait déjà émané depuis quelques temps au sein de la société alpine. Durant cette séance, l'idée fut exposée aux membres de MINATEC IDEAs Laboratory et les membres d'EDF R&D adaptèrent celle-ci à son propre contexte. Le concept de « Peer2Peer du regard » était pour les membres d'EDF R&D une solution originale pour améliorer les opérations de maintenance par exemple en obtenant l'avis à distance d'un expert sur une manipulation technique délicate à effectuer.

Figure 67. Le concept du « Peer2Peer du regard » (source : interne 2007)

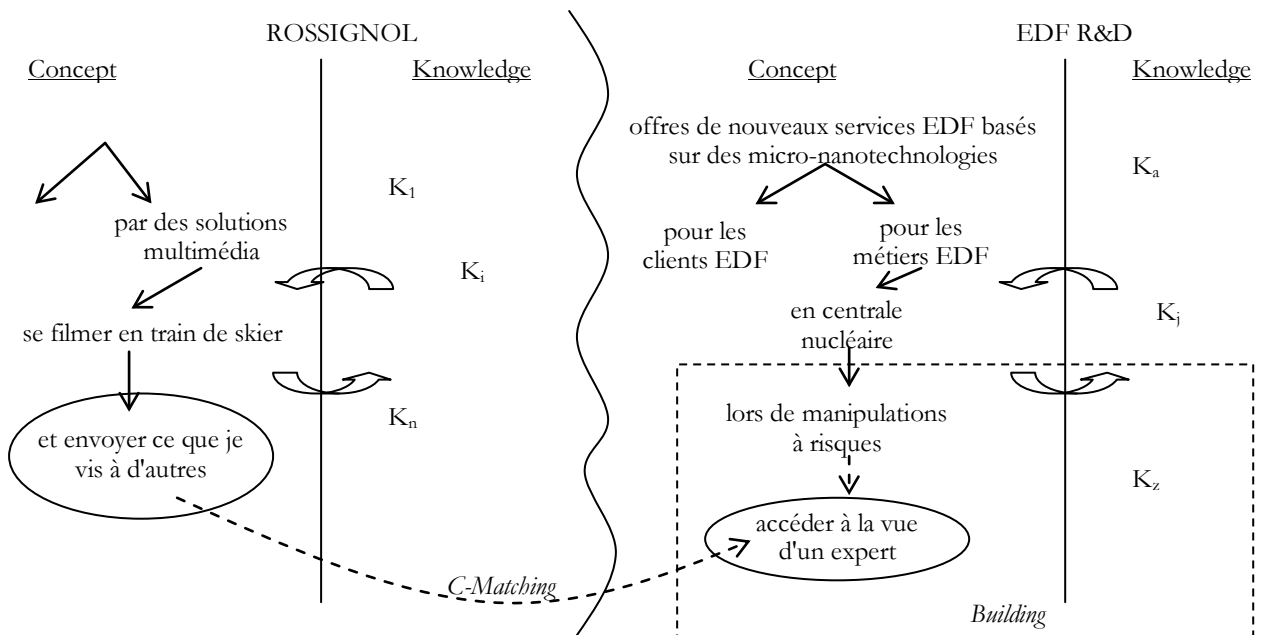


Figure 68. Une nouvelle intersection révélée par un *Matching* par les C: « le peer2peer du regard »

3.2.4. Une nouvelle intersection révélée par un *Matching* par les K

En 1998, une équipe du CEA a l'idée d'associer des accéléromètres et des magnétomètres pour capturer les mouvements d'un solide. Parmi les pistes de valorisation possibles, l'univers du multimédia est investiguée et notamment l'idée de pouvoir contrôler un son par le mouvement. Des développements et expérimentations sont faits dans ce sens pour aboutir à un prototype sous forme d'une souris de PC capable de moduler les effets sonores provenant d'un haut-parleur. En 2005, lors de l'entrée de ROSSIGNOL dans le partenariat, la maquette est exposée dans le show-room¹²³ et séduit les responsables de ROSSIGNOL lesquels y voient la possibilité de développer un casque audio amplifiant les sensations du skieur (modulation du son selon les gestes du skieur (accélération, virages, saut...)).

Figure 69. Le concept du « casque sensoriel » (source : interne 2007)

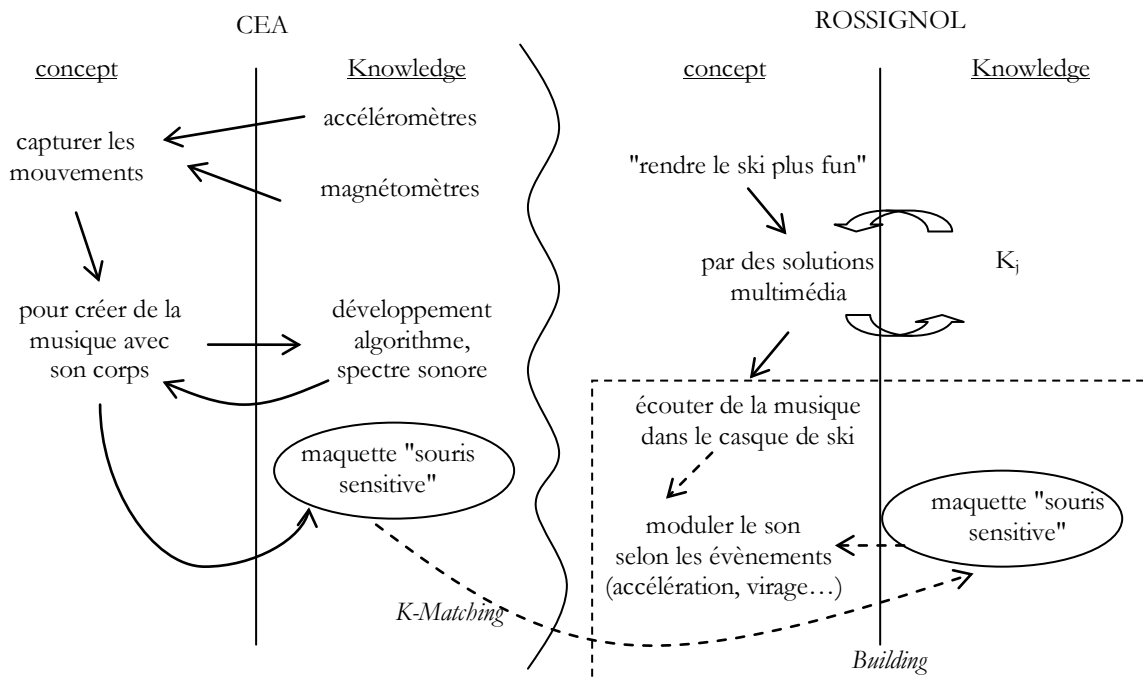


Figure 70. Une nouvelle intersection révélée par un *Matching* par les K: la maquette de la « souris sensitive »

¹²³ Nous rappelons que la maquette "souris sensitive" est bien un élément de l'espace K car elle a un statut logique pour le CEA. Elle marque la fin d'un processus de conception en validant le concept "créer de la musique avec son corps".

3.3. Le processus de *Building* à travers le concept du capteur dans l'habitat

Durant la co-exploration, les partenaires vont-êre amenés à s'interroger constamment sur leurs savoirs et concepts. Les informations issues de leur environnement, comme par exemple les échanges entre partenaires, vont-êre traitées. Nous nommons cette posture réflexive : le processus de *Building*.

Ce processus de *Building* s'observe par une phase de retrait où chaque partenaire va valoriser en interne ce que le partenariat lui apprend et tenter de trouver une cohérence avec ses activités. Par exemple, les partenaires organisent chaque semestre environ un bilan sur leurs actions à MINATEC IDEAs Laboratory. Ces réunions sont composées généralement du représentant légal siégeant au comité de direction du MINATEC IDEAs Laboratory, des membres opérationnels du partenariat et de responsables hiérarchiques (responsable R&D, responsable Marketing, Directeur de l'Innovation...). Ces réunions visent à présenter les résultats finaux et intermédiaires du partenariat (maquettes technologiques, concepts scénarisés, ...), l'évolution du partenariat (stratégie du partenariat, degré d'implication et préférences des partenaires, nouveaux partenaires en discussion...), à s'accorder sur un positionnement stratégique à défendre au MINATEC IDEAs Laboratory ou encore à créer des liens avec leurs projets R&D internes.

Chaque partenaire s'engage donc dans un processus visant à donner un sens aux interactions entretenues au sein du partenariat et à valoriser de nouvelles connaissances (nouvelles technologies par exemple) ou de nouveaux concepts (une offre de nouveaux produits par exemple). Ce processus va avoir pour principale conséquence de transformer le profil C-K des différents partenaires.

Tiré du contexte de MINATEC IDEAs Laboratory, l'exemple du concept du capteur dans l'habitat (cf. Figure 71) permet d'illustrer le processus de *Building* :

Le sujet de la « maison communicante » est traité depuis quelques années déjà au sein d'EDF R&D. Plus précisément, l'entreprise française s'intéresse à la manière de mieux gérer la consommation électrique domestique et notamment au niveau du chauffage et de l'éclairage. Une source d'économie possible est la diminution de la consommation des appareils de l'utilisateur lorsque celui-ci n'est pas présent dans les lieux par l'insertion de capteurs de présence. Cependant, ces capteurs ne doivent eux-mêmes pas consommer trop d'énergie. Une première solution retenue correspond à l'utilisation de capteurs avec des piles à longue durée de vie (environ 3 ans). Mais, une seconde solution est envisagée par les membres d'EDF R&D lors d'une rencontre avec une équipe de recherche du CEA : des technologies capables de récupérer des énergies provenant de l'environnement (récupération d'énergie par vibration, par pression...) sont alors présentées. L'idée de suppléer les batteries des capteurs par ces nouvelles technologies est jugée intéressante car cela permettrait notamment de supprimer les opérations de maintenance des capteurs dues au changement des piles. Suite à cela, différentes expérimentations sont réalisées au MINATEC IDEAs Laboratory pour connaître les puissances électriques générées par chacune des technologies de récupération d'énergie. L'énergie récupérée reste relativement faible et ne permet pas de suppléer totalement les piles des capteurs. En interne EDF R&D, on cherche donc à optimiser la consommation des capteurs pour les rendre totalement autonome en énergie et l'on réinterroge notamment le protocole d'échange entre les différents capteurs et le système central d'intelligence ambiante, le protocole entraînant lui-même une consommation notable.

Figure 71. Le concept de capteurs dans l'habitat

La figure de la page suivante représente une interprétation de ces faits par le processus de *Building* (cf. Figure 72) :

- input et processus de perception : Le début du processus de *Building* est initié par la présentation faite par le CEA à EDF R&D sur de nouvelles technologies de récupération d'énergie. A ce moment-là, EDF R&D a activé ses connaissances existantes en matière de « maison communicante » (1).
- transformation : Parallèlement¹²⁴ au processus de perception, cette nouvelle connaissance a permis d'élargir les connaissances d'EDF R&D en matière de technologies de récupération d'énergie ainsi que sur le CEA. Mais aussi, EDF R&D a dû réévaluer un certain nombre de ses connaissances et notamment de revenir sur le fait que la solution actuelle (i.e. utilisation de capteurs à piles) admettait des contraintes de maintenance : les membres d'EDF R&D ont « re-conceptualisé » leur espace C pour comprendre comment ils étaient parvenus à cette solution de basse consommation (2) et ont opéré des opérations de départitionnements en intégrant des partitions supplémentaires (ex. des capteurs avec piles vs des capteurs sans piles) (3). Un espace de conception jusqu'alors considéré comme achevé est donc reconsidéré.
- action et outputs : Suite aux processus de perception et de transformation, plusieurs actions ont été engagées. En interne EDF R&D, des études techniques sur l'architecture réseaux et les protocoles ont été engagées (4). Dans le partenariat, les puissances exactes dégagées par les technologies du CEA ont dû être mesurées. De manière plus implicite, des intersections entre les profils C-K du CEA et d'EDF R&D ont pu être officialisées.

¹²⁴ Nous employons le terme "parallèlement" car comme l'indique (Kazakçi, 2007):66 il y a une « forte interaction entre la perception et la conception et il n'est pas facile de distinguer où finit la perception et où commence la conception ». Dans cette thèse, nous ne précisons pas avec exactitude comment s'articulent les processus de perception et de transformation et admettons que ces processus sont quasi-simultanés.

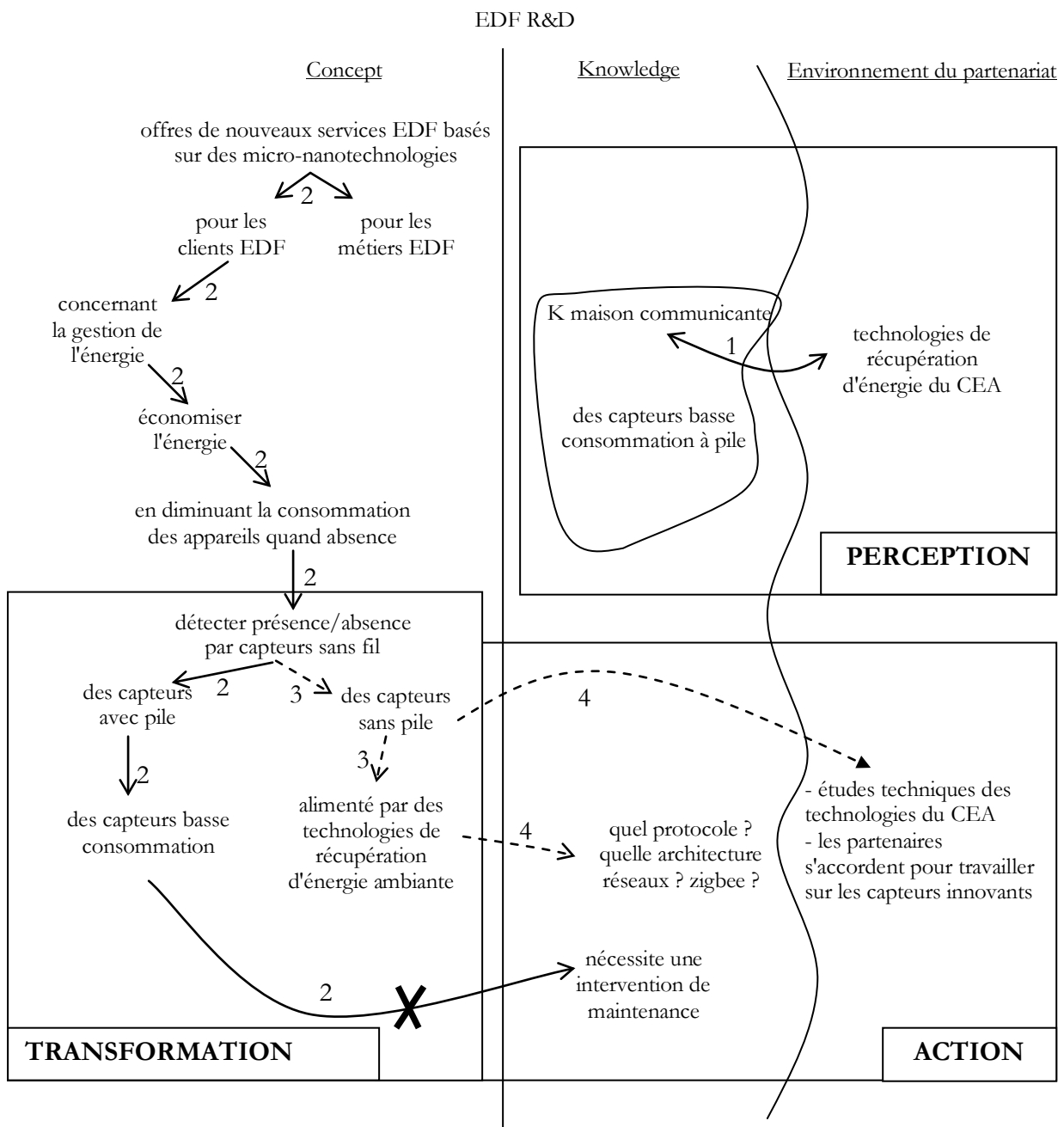


Figure 72. Un processus de *Building* chez EDF R&D : applications aux capteurs autonomes dans l'habitat

3.4. Evolution de la définition des objets de coopération à MINATEC IDEAs Laboratory

3.4.1. Champs d'innovation, objets-génériques et objets-partenaires à MINATEC IDEAs Laboratory

L'objet de coopération est tout d'abord formalisé par l'énonciation d'un champ d'innovation, c'est à dire « un domaine où l'on veut exercer un travail de conception innovante » (Hatchuel, Le Masson, *et al.*, 2001). Dans le cadre de notre thèse, nous avons eu l'opportunité d'étudier deux champs d'innovation : « INTERFACE VISUELLE » et « ENERGIE EN MOBILITE ». Nous remarquons que ces champs d'innovation sont exprimés de manière relativement abstraite : « INTERFACE VISUELLE » correspond à « des concepts basés sur des systèmes dans la sphère personnelle, à partir des technologies émergentes, qui permettent de nouvelles interactions visuelles avec le monde » (source interne). Nous expliquons ce degré élevé d'abstraction par la forte diversité des partenaires présents à MINATEC IDEAs Laboratory. En effet, lors des premières négociations, nous avons observé que les partenaires ne parviennent pas à cerner précisément des intersections communes et sont confrontés à une crise cognitive importante. Pour parvenir à définir les champs d'innovation, nous avons observé, à plusieurs reprises, que les partenaires procèdent à une succession de départitionnements (cf. explication illustrée p181). A la différence de partenariats uni-sectoriel, dans un partenariat transectoriel comme MINATEC IDEAs Laboratory, il n'existe pas « d'univers de référence » *a priori* : celui-ci reste majoritairement à construire. En effet, par exemple, dans une coopération mêlant uniquement des acteurs de l'industrie automobile, un point de référence commun est l'automobile : les acteurs savent à l'avance que ce qu'ils concevront ensemble a de bonnes chances d'avoir un lien avec le monde de l'automobile. Dans un partenariat exploratoire transectoriels, ce n'est pas le cas ! Formuler un champ d'innovation en faisant explicitement référence aux produits développés par les partenaires risque de ne pas susciter un intérêt collectif ! En effet, quel serait l'intérêt d'EDF R&D de travailler sur l'élaboration de nouveaux skis ? Pour quelles raisons ROSSIGNOL engagerait-il des moyens sur le développement de nouveaux systèmes de chauffage pour la maison ? Dans un partenariat d'exploration transectoriels, *l'objet-pivot* n'est pas inhérent à la coopération mais reste à construire !

Au fur et à mesure de la co-exploration, nous observons que le champ d'innovation initial se cristallise autour de ce que nous appelons des *concepts génériques*. Ceux-ci sont constitués de partitions collectives, c'est à dire d'attributs dont les partenaires partagent l'intérêt : ces attributs sont communs aux différents profils C-K. Le concept « d'énergie-box » est selon nous un exemple-type de concept générique (cf. Annexe 8, p.292). Il découle du champ d'innovation « ENERGIE EN MOBILITE » et correspond à « un dispositif permettant de récupérer de

l'énergie présente dans l'environnement ou disponible grâce aux activités d'une personne, afin d'alimenter des appareils nomades » (source : document interne).

Enfin, ces concepts génériques peuvent être eux-mêmes affinés pour aboutir à ce que nous avons appelé des *concepts partenaires* c'est à dire des concepts de produits/services qui intéressent un nombre très réduit de partenaires (deux partenaires max.). Les projets basés sur des concepts-partenaires sont généralement petit à petit retirés des projets du partenariat et sont à la base des contrats de co-développement spécifiques entre les partenaires intéressés. Nous avons pu remarquer que, parfois, les concepts partenaires émergeaient sans que de concepts générique en soit explicités. Ce passage déstabilise généralement la cohésion de l'équipe ; nos entretiens révèlent bien ces tensions : « au fur et à mesure du projet, les membres de chaque entreprises se sont recentrés sur les activités de leur propre entreprise », « chacune des entreprises a suivi des projets concernant leurs intérêts »... De manière générale, cette transition s'effectue après la réalisation des scénarios d'usage : le confinement d'un concept générique à un contexte donné vient accentuer l'intérêt de certains partenaires par rapport à l'intérêt collectif.

3.4.2. Une perspective de recherche : des formes de coopération différentes selon l'état de l'objet de la coopération

Nous souhaitons dans ce paragraphe revenir sur les thèses défendues par (Cremet et Plety, 2008) et (Dameron, 2000), thèses que nous nous corroborons ici. Selon le premier auteur, deux modalités successives de coopérations ont été observées au cours d'un atelier de conception interdisciplinaire (ingénieur, manager, artiste)¹²⁵ : une première, nommée *co-élaboration*, où « chacune des parties apporte des idées, des connaissances, de manière plutôt identique en vue d'un dessein commun » suivit d'une modalité de *coopération* où « les savoirs et savoir-faire spécifiques des uns et des autres s'affirment. Chacun révèle sa propre culture et devient maître de sa technique ». D'une manière relativement semblable, (Dameron, 2000) propose de modéliser la génération de coopération intrafirmes selon deux formes : la coopération *communautaire* issue d'un besoin identitaire (besoin d'appartenir à un groupe) et la coopération *complémentaire* reposant sur une complémentarité des ressources et une congruence d'intérêts personnels. Selon elle, « sur l'ensemble du processus, la coopération complémentaire et la coopération communautaire sont présentes dans les deux cas sans qu'aucune apparaisse sensiblement dominer l'autre. [...]. Si, dans un premier temps, les interactions entre acteurs développent majoritairement une forme communautaire de coopération, elles deviennent, en milieu de projet, principalement de type

¹²⁵ Cet exemple est issu de l'alliance interdisciplinaire et interculturelle ARTEM. Elaboré à Nancy en 1999, ARTEM regroupe l'École Nationale Supérieure d'Art de Nancy, l'École Nationale Supérieure des Mines de Nancy et l'ICN, école de management de Nancy. ARTEM vise à profiter de ce mélange d'expertises au travers de plates-formes pédagogiques favorables à l'innovation et aux expérimentations.

complémentaire, pour finalement redéfinir les formes communautaires de la coopération en fin de projet. » D'après nos observations et notre modélisation, il semblerait que nous retrouvions aussi ces deux formes de coopération avec tout d'abord des actions visant à construire une vision commune entre les partenaires, via l'énonciation de champs d'innovation et de concepts génériques (ce qui correspondrait donc plutôt à la co-élaboration ou coopération communautaire), puis une forme où chaque partenaire semblerait se recentrer sur ses propres compétences et finalités individuelles (respectivement la coopération ou la coopération complémentaire) .

Bien que les liens de causalité entre la forme de la coopération et les objets de coopération restent à confirmer par d'autres cas empiriques et par une mise en place d'indicateurs adéquats, la possibilité de pouvoir piloter le mode de coopération (communautaire ou complémentaire) à partir du choix et de l'explicitation des propriétés des objets de coopération nous paraît une voie de recherche intéressante.

CONCLUSION ET RESUME DU CHAPITRE VII

Dans ce chapitre, nous avons proposé un modèle rendant compte de la manière dont les partenaires parviennent à générer ensemble des projets d'innovation. L'idée est de savoir comment les partenaires s'accordent sur les objets de leur coopération et comment ceux-ci évoluent au fur et à mesure de la relation partenariale. Pour cela, nous avons utilisé la théorie C-K.

Nous avons introduit tout d'abord une notion particulière, le profil C-K, qui permet de connaître l'identité d'un partenaire à partir de la description de son espace C (ses désirs de nouveaux produits, les problèmes que l'entreprise souhaiterait résoudre,...) et de son espace K (ses compétences, ses expertises, ses technologies, ses études existantes...).

Notre modèle est composé de deux processus fondamentaux en interaction : le processus de *Matching* et le processus de *Building*.

- Le processus de *Matching* est bâti à partir des observations des partenaires en situation d'interactions. Pour modéliser la manière dont les partenaires interagissent, nous proposons de superposer les profils C-K des partenaires. Durant leurs relations, les partenaires vont tenter de trouver des objectifs communs que nous avons représentés comme des intersections entre leurs profils C-K (intérêt sur de même concept, sur de même connaissances...).
- Le processus de *Building* correspond lui aux raisonnements propres à chaque partenaire. Face à de nouvelles informations, les profils C-K des partenaires vont avoir la possibilité de se transformer. Par la suite, les partenaires vont pouvoir réaliser à nouveau du *Matching* et ainsi créer des intersections entre profils C-K qui n'existaient pas auparavant. Appuyé sur les travaux de la théorie CKE, nous avons proposé et décrit le processus de *Building* par 3 opérations majeures : la perception, la transformation et l'action.

En déterminant ces intersections, l'objet de la coopération va s'affiner : du point de vue de la théorie C-K, le concept initial va être partitionné. Nous distinguons trois différents états dans lequel peut être l'objet de coopération. Généralement, l'objet de la coopération est tout d'abord formulé en terme de champs d'innovation, un domaine souvent peu défini (i.e. avec peu

d'attributs) sur lequel les partenaires souhaitent entreprendre des travaux de conception (la mobilité urbaine, les gestes dans le territoire...). Ensuite, l'objet de la coopération est partitionné pour prendre la forme d'un concept-générique ou d'un concept-partenaire. Le concept générique concerne généralement l'idée d'un nouveau produit avec des fonctions suffisamment générales pour intéresser un grand nombre de partenaire (ex. un nouvel objet porté sur soi pouvant se recharger par les mouvements d'un utilisateur). Le concept-partenaire est, quant à lui une instantiation du concept-générique, il est encore plus détaillé (ex. un capteur placée sur des skis pour récupérer l'énergie de vibration). De manière générale, il scelle l'intérêt d'un nombre réduit de partenaires (max. 2) et fait l'objet d'un contrat particulier de co-développement.

Le modèle de la génération de projets d'innovation en coopération interfirmes présenté dans ce chapitre est une représentation qui permet de décrire un environnement particulier, les partenariats d'exploration, et de permettre aux acteurs d'engager une forme de réflexion sur leurs actions.

A la lecture de ce modèle, des questions résident toutefois : comment effectuer du *Matching* ? Comment concrètement élaborer et superposer des profils C-K ? Comment montrer aux membres opérationnels que l'objet de la coopération évolue ? Nous formulons l'hypothèse que malgré les repères apportés par la description de ce modèle, la génération de projets d'innovation interentreprises n'est pas un phénomène naturel et que des instrumentations de gestion adaptées doivent être élaborées pour accompagner les acteurs. La partie 3 présentera deux outils de gestion expérimentés au sein de MINATEC IDEAs Laboratory. Dans le chapitre VIII, nous introduirons l'outil de gestion OPERA (Outil de Pilotage pour l'Exploration, la Représentation et l'Action) qui ait une instrumentation directe du Modèle Matching/Building et qui a pour but de permettre aux responsables d'un partenariat d'exploration de piloter un champ d'innovation et d'assurer une coordination avec les équipes opérationnelles. Dans le chapitre IX, nous nous pencherons davantage sur la question des technologies, nous proposerons la méthode D₄ comme un moyen d'explorer collectivement une même technologie malgré la diversité des profils C-K présent à MINATEC IDEAs Laboratory.

RESUME DE LA PARTIE 2

Dans cette seconde partie de thèse, nous avons tout d'abord présenté dans le chapitre VI notre cas d'étude, le partenariat MINATEC IDEAs Laboratory, et montré en quoi celui-ci pouvait légitimement être qualifié de partenariat d'exploration. En s'engageant dans le partenariat, ses partenaires ne savent pas clairement ce qu'ils vont pouvoir concevoir ensemble. Plutôt que des projets bien déterminés, les partenaires ont en face d'eux un champ immense à explorer : celui des micro-nanotechnologies. Mais comment explorer ce champ et comment fédérer les acteurs sur de mêmes projets malgré leurs différentes activités ?

De manière plus théorique, ces questions nécessitent de comprendre comment des projets d'innovation sont générés. Dans le chapitre V, nous avons pu tirer de la littérature trois modèles : le modèle opportuniste qui postule que les projets de coopération sont générés de manière totalement aléatoire, le modèle conscientisé qui postule que les partenaires savent exactement au préalable de la coopération ce sur quoi ils souhaitent coopérer et le modèle de la négociation qui concède que l'objectif d'une coopération relève d'un processus constructiviste entre des partenaires sans toutefois en expliciter précisément les contours. Face à l'incapacité des modèles existants à décrire le processus de génération de projets d'innovation au sein de MINATEC IDEAs Laboratory, nous avons montré l'intérêt de la théorie C-K pour comprendre ces phénomènes (cf. Chapitre VII).

Le Modèle Matching/Building représente chaque partenaire par son profil C-K, c'est à dire son espace C et son espace K propres. Pour générer la coopération, les partenaires vont tenter de déterminer des intersections dans leur profil C-K, opération que nous avons appelé *Matching*. Parallèlement à cela, les partenaires vont s'engager dans une posture réflexive, le *Building*, visant à interpréter les signaux de leur environnement (nouveaux concepts ou connaissances provenant du partenariat...) et opérer des modifications dans leur propre profil C-K. Au fur et à mesure, l'objet de la coopération est généré et précisé par une séquence d'attributs.

Nous pensons que ce modèle théorique offre une représentation riche permettant de mieux comprendre la genèse des projets d'innovation interentreprises mais qu'il n'est cependant pas suffisant pour permettre aux acteurs d'agir efficacement. Nous proposons dans la partie suivante de présenter deux outils supportant ce Modèle Matching/Building et permettant de faciliter le

travail des acteurs d'un partenariat d'exploration : l'outil OPERA (cf. Chapitre VIII) et la méthode D4 (cf. Chapitre IX).

PARTIE 3.

INSTRUMENTER LES ACTIVITES
D'EXPLORATION COLLECTIVE

OBJECTIFS ET ORGANISATION DE LA PARTIE 3

Dans la partie précédente, nous avons décrit notre cas d'étude, MINATEC IDEAs Laboratory. Nous avons vu que l'hétérogénéité des partenaires ainsi que la diversité des champs applicatifs des micro-nanotechnologies ne permettait de définir l'objet de la coopération *ex-ante*. Basé sur une extension de la théorie C-K, nous avons proposé un modèle théorique qui permet de modéliser finement la manière dont les partenaires conçoivent l'objet de leur coopération.

Après avoir expliqué, à travers notre cas, les mécanismes liés à la génération de l'objet de coopération, l'objectif de cette partie est de proposer des outils de gestions ad-hoc.

Dans le chapitre VIII, nous proposerons tout d'abord un dispositif d'aide au pilotage permettant de cartographier des champs d'innovation : OPERA. Alors que la littérature insiste sur le caractère peu prédictible du management de projets innovants et que de nombreux auteurs insistent sur la nécessité de « piloter à vue » (Weil et Durieux, 2000), peu d'outils méthodologiques sont proposés pour « donner à voir » l'exploration en cours. Pour cela, nous proposerons d'opérationnaliser les principes du Modèle Matching/Building en rendant les stratégies de Matching et de Building visibles aux praticiens. Nous présenterons une expérimentation d'OPERA sur le champ d'innovation 2008 de MINATEC IDEAs Laboratory : ENERGIE EN MOBILITE. Nous verrons que ce dispositif a permis aux membres de MINATEC IDEAs Laboratory de pouvoir se rendre compte de l'évolution de l'objet de leur coopération au fur et à mesure des projets lancés en distinguant les concepts explorés, ceux restant à explorer et les connaissances mobilisées ou restant à acquérir.

Dans le chapitre IX, nous nous pencherons plus précisément sur la dimension technologique de MINATEC IDEAs Laboratory. Nous présenterons un protocole de recherche, la méthode D₄ (Piat, 2005). A partir de quatre projets de technologies émergentes, nous verrons que cet outil méthodologique est particulièrement adapté pour permettre à des partenaires de secteurs de marché différents d'investiguer collectivement les débouchés commerciaux d'une même technologie. La théorie C-K nous permettra d'interpréter les résultats de notre expérimentation. Nous mettrons en évidence le fait que les technologues sont guidés par la première identité que revêt une technologie, *l'identité d'emprunt*, et que la méthode D₄ permet de donner une nouvelle *identité technologique* et ainsi proposer de nouvelles voies de valorisation pour la Recherche.

CHAPITRE VIII. CARTOGRAPHIER DES CHAMPS D'INNOVATION POUR PILOTER LA CO-EXPLORATION

INTRODUCTION ET ORGANISATION DU CHAPITRE VIII

Dans le chapitre précédent, nous avons proposé le Modèle Matching/Building permettant de mieux comprendre théoriquement comment des objets de coopération parvenaient à être générés entre des partenaires aux finalités parfois extrêmement différentes. Nous avons pu souligner différents mécanismes fondamentaux comme l'émergence et la détection d'intersections entre les espaces C et K des différents partenaires (cf. notions de *Matching* et *Building*).

Cependant, malgré l'utilité de ce modèle, nous souhaitons, dans cette thèse, aller plus loin et proposer des moyens pragmatiques pour faciliter la génération de la coopération en innovation. A MINATEC IDEAs Laboratory, en plus du caractère incertain des projets d'innovation menés, la composition partenariale hétérogène pose aussi la question de la cohésion des partenaires au fur et à mesure de l'exploration. Sur ce point, (Segrestin, 2003) insiste largement sur les possibles *quiproquos* qui peuvent apparaître entre les partenaires d'une même exploration : les opinions sur les expérimentations à conduire, sur le choix des projets, sur les spécifications des maquettes risquent de diverger. Que peut-on proposer à MINATEC IDEAs Laboratory pour éviter ce type de désillusion ?

Dans ce chapitre, nous proposons de présenter un premier outil méthodologique : OPERA. Cet outil méthodologique, bâti sur les prémisses du Modèle Matching/Building, a pour objectif d'aider des partenaires à générer et piloter ensemble des champs d'innovation en rendant visible les opérations de *Matching* et de *Building*. Il s'agit ici notamment de permettre aux partenaires de rendre visible les similarités qu'ils peuvent avoir dans leur espace conceptuel et dans leur espace de connaissance (cf. « profil C-K » dans Chapitre VII).

Ce chapitre se décompose en trois sections.

Dans la première section, nous présenterons l'outil méthodologique OPERA. Nous ferons tout d'abord une description « statique » d'OPERA, nous verrons qu'OPERA est représenté graphiquement par une arborescence de conception C-K où les différents projets d'innovation

lancés sont visibles à travers les concepts et connaissances mobilisés. Puis, nous décrirons les cinq étapes qui permettent de mener collectivement la méthodologie OPERA.

La seconde section présente une expérimentation d'OPERA menée à MINATEC IDEAs Laboratory en 2008 sur le champ d'innovation ENERGIE EN MOBILITE ; les différentes étapes de l'expérimentation y seront décrites. Nous verrons dans cette section comment les partenaires de MINATEC IDEAs Laboratory ont pu tirer profit d'un tel outil méthodologique durant leur exploration conjointe.

Enfin, dans une troisième section, nous dresserons un bilan de l'expérimentation ENERGIE EN MOBILITE en analysant les résultats, les avantages et les difficultés d'un tel outil. De manière générale, à partir de l'interprétation des résultats expérimentaux d'OPERA, nous insisterons sur la nécessité d'appréhender le management de la stratégie d'innovation comme une activité de conception en tant que telle.

Publications scientifiques associées au chapitre :

* Gillier, T., Piat, G., Roussel, B., *et al.* (Nov 2010). *Managing innovation fields in a cross-industry exploratory partnership with C-K design theory*, *Journal of Product Innovation Management*, Special Issue Twente.

* Gillier, T., Piat, G., Roussel, B., *et al.* (2009). *Portfolio management of innovation fields : applying CK design theory in cross industry exploratory partnership*. XVIth International Product Development Management Conference, University of Twente, Enschede, The Netherlands, June 7th-9th, 2009.

(Cette recherche a été nominée parmi les 10 meilleurs articles de la conférence IPDM 2009.)

PARTIE 3- INSTRUMENTER LES ACTIVITES D'EXPLORATION COLLECTIVE

CHAPITRE VIII.
CARTOGRAPHIER DES CHAMPS
D'INNOVATION POUR PILOTER
LA CO-EXPLORATION

CHAPITRE IX
CO-EXPLORER DES TECHNOLOGIES
EMERGENTES : VERS LE CONCEPT
D'IDENTITE TECHNOLOGIQUE

Articulation du chapitre VIII dans la partie 3

CHAPITRE VIII. CARTOGRAPHIER DES CHAMPS D'INNOVATION POUR PILOTER LA CO-EXPLORATION

1. Proposition d'un outil de pilotage de champs d'innovation : OPERA
 - 1.1. Objectifs et contexte d'utilisation d'OPERA
 - 1.2. Les principaux constituants de l'outil méthodologique OPERA
 - 1.3. Description de l'utilisation de l'outil méthodologique OPERA
2. Expérimentation d' OPERA sur « ENERGIE EN MOBILITE »
 - 2.1. Protocole expérimental
 - 2.2. Les étapes et les résultats de l'expérimentation ENERGIE EN MOBILITE
3. Discussion des résultats de l'expérimentation et perspectives de recherche
 - 3.1. Evaluation des étapes de l'expérimentation ENERGIE EN MOBILITE
 - 3.2. Evaluation générale de l'outil méthodologique OPERA

CONCLUSION ET RESUME DU CHAPITRE VIII

Sommaire du chapitre VIII

1. Proposition d'un outil de pilotage de champs d'innovation : OPERA

1.1. Objectifs et contexte d'utilisation d'OPERA

OPERA (Outil de Pilotage d'Exploration, de Représentation et d'Action) est un outil méthodologique de génération et de gestion de champs d'innovation interentreprises (Gillier, Piat, et al., 2009, Gillier, Piat, et al., Nov 2010). Le but d'OPERA est de cartographier l'exploration et de permettre à des acteurs de différents secteurs de marché de pouvoir coopérer sur de mêmes champs d'innovation. OPERA a été élaboré et expérimenté au sein du MINATEC IDEAs Laboratory sur un champ d'innovation : ENERGIE EN MOBILITE. Il a nécessité l'implication à la fois des équipes opérationnelles du MINATEC IDEAs Laboratory et de son comité de direction. OPERA est construit à partir du Modèle Matching/Building proposé au chapitre précédent. Nous retiendrons quatre fonctionnalités majeures :

- F₁ : Générer des projets d'innovation en profitant de la diversité des partenaires

OPERA est un outil pour faire émerger des projets d'innovation en facilitant les opérations de *Matching* et de *Building*. Pour cela, OPERA est un outil qui permet de superposer les profils C-K¹²⁶ des partenaires et de détecter des intersections communes entre ces derniers. Chaque entreprise peut utiliser OPERA pour se positionner et informer les autres partenaires de ses propres activités, de ses zones d'intérêts et des opportunités de coopération possibles. Au delà de sa fonction de représentation, OPERA sert aussi à générer des nouveaux concepts et connaissances valorisables par les partenaires.

- F₂ : Gérer le pilotage des projets d'innovation en cartographiant l'exploration

OPERA est un outil de cartographie permettant de suivre l'avancée des différents projets d'innovation au fur et à mesure de l'exploration malgré leurs hétérogénéités et leurs incertitudes. Pour chaque projet d'innovation, OPERA indique les connaissances qui ont été produites, les connaissances manquantes, les concepts explorés et ceux restant à explorer. OPERA permet ainsi de coordonner des projets, de dégager des synergies possibles entre les projets et d'apprécier la contribution de chaque projet par rapport à l'ensemble de l'exploration.

¹²⁶ OPERA représente le profil C-K des partenaires en recensant leurs compétences, leurs technologies et leurs souhaits de conception de nouveaux produits/services (cf. chapitre précédent)

- F₃ : Maîtriser la cohésion des partenaires durant l'exploration

Au fur et à mesure de l'exploration, OPERA fournit un ensemble d'indicateurs permettant aux acteurs de savoir si celle-ci suscite un intérêt partagé par l'ensemble des partenaires. A chaque instant de l'exploration, les partenaires sont informés des propriétés des projets qui fédèrent le collectif.

- F₄ : Faciliter l'absorption des concepts et connaissances au sein de chaque partenaire

Enfin, OPERA permet de faciliter l'assimilation des résultats du partenariat dans les activités de chacune des entreprises. Lorsque de nouveaux concepts ou connaissances sont générés par les projets, ceux-ci sont transférés dans les stratégies propres à chaque partenaire.

Nous pouvons donc schématiser les fonctionnalités d'OPERA vis-à-vis du Modèle Matching/Building de la manière suivante (cf. Figure 73) :

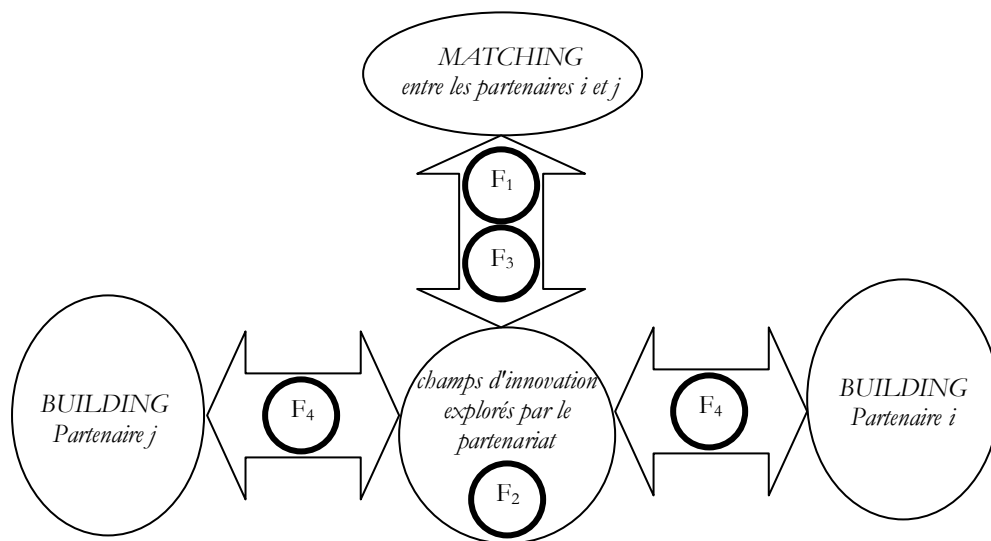


Figure 73. Les fonctionnalités majeures d'OPERA dans le Modèle Matching/Building

1.2. Les principaux constituants de l'outil méthodologique OPERA

Basé sur le formalisme de la théorie C-K, OPERA apparaît aujourd'hui sous l'aspect d'un « arbre C-K » en deux dimensions¹²⁷ (cf. Figure 74, p208). Les sections suivantes présentent une description statique des différents constituants d'OPERA.

1.2.1. Description de l'espace K d'OPERA

Nous distinguons deux principaux éléments dans l'espace K d'OPERA : (1) les connaissances propres à chaque partenaire (i.e. les espaces K des profils C-K des partenaires) et (2) les connaissances provenant des projets.

- (1) En effet, les connaissances de chaque partenaire¹²⁸ ayant un lien avec le champ d'innovation investigué sont décrites sur un « listing ». Chaque partenaire expose les connaissances (compétences, brevets, besoins clients, études existantes, recommandations stratégiques...) qu'il estime pouvoir être utiles durant l'exploration. Notons que des connaissances propres à chaque partenaire peuvent émerger au cours de l'exploration, ce listing peut donc être complété au fur et à mesure de l'exploration.
- (2) Dans l'espace K d'OPERA, nous retrouvons aussi les connaissances issues des projets d'innovation lancés. Ces connaissances peuvent avoir trois statuts différents : elles peuvent être connues et facilement accessibles par les partenaires, elles peuvent-être produites durant les projets (suite à des expérimentations par exemple...) ou elles peuvent-être manquantes. Celles-ci peuvent-être de natures variées (estimation d'une taille de marché, procédé technologique, analyse de pratiques d'utilisateurs...), tacites ou explicites. Ces connaissances sont directement rattachées aux partitions présentes dans l'espace C (cf. paragraphe suivant).

¹²⁷ Dans cette thèse, nous emploierons l'analogie "arbre" pour insister sur la structure arborescente d'OPERA.

¹²⁸ A ce niveau, la quantité et la qualité des connaissances partagées sont dépendantes du bon vouloir des partenaires.

1.2.2. Description de l'espace C d'OPERA

Tout comme son espace K, l'espace C d'OPERA est formé de deux principaux éléments : (1) les concepts propres à chaque partenaire (i.e. les espaces C des profils C-K des partenaires) et (2) les concepts visés par les projets.

- (1) Chaque partenaire va informer de ses propres desiderata de conception en complétant un listing de concepts qu'il souhaiterait concevoir : cela peut être des concepts de nouveaux produits, des problèmes qu'il souhaiterait surmonter, des idées de nouveaux services ou de nouvelles méthodologies à concevoir. Cette liste est complétée par les partenaires au cours de l'exploration.
- (2) L'espace C d'OPERA est constitué des différents projets d'innovation qui composent le champ d'innovation étudié. Le cheminement des projets est décrit par l'énonciation d'un concept (noté C_0) suivi d'une succession de partitions (noté p_1, p_2, \dots). Deux indices sont apposés sur chacune des partitions. Le premier indice permet de distinguer les partitions restrictives (noté $p_i^{\text{restrictif}}$), des partitions expansives (noté p_i^{expansif})¹²⁹. Le second indice permet de différencier les partitions « collectives » (noté $p_i^{\text{collectif}}$) des partitions « individuelles » (noté $p_i^{\text{individuelle}}$). Les partitions collectives sont des propriétés (potentiellement) intéressantes pour tous les partenaires. Au contraire, les partitions individuelles adressent un intérêt réduit à seulement quelques partenaires. D'une manière générale, la cohésion des partenaires se situe donc autour des partitions collectives (flèches épaisses sur les schémas).

Après avoir expliqué les différents constituants d'OPERA, la prochaine section vise à décrire la manière dont on les obtient.

¹²⁹ Pour rappel : les partitions restrictives sont des propriétés que l'on connaît déjà (ex. un radiateur fixé au mur), les partitions expansives sont au contraire des propriétés totalement inconnues et où pour lesquelles il est nécessaire d'explorer de nouvelles poches de connaissances (ex. un radiateur émotif).

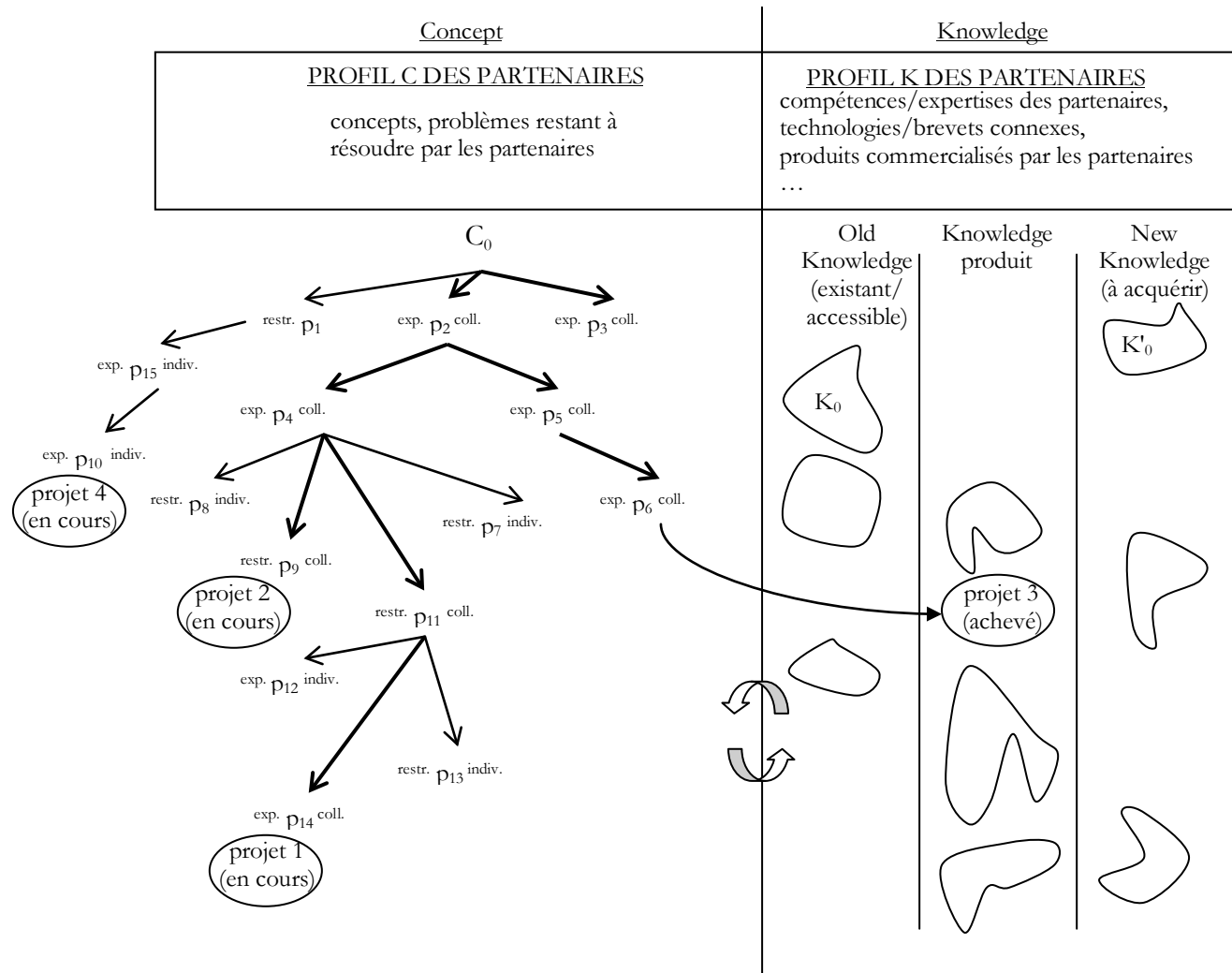


Figure 74. Les différents éléments d'OPERA

1.3. Description de l'utilisation de l'outil méthodologique OPERA

Conformément à de nombreux autres outils de gestion, la construction d'OPERA et son utilisation ne peuvent être séparées temporellement. Il ne s'agit pas de construire OPERA pour ensuite l'appliquer à un champ d'innovation mais bien de façonner la structure OPERA en même temps qu'a lieu l'exploration. Il s'agit d'une transformation croisée entre l'outil de gestion et son cadre d'utilisation. La démarche OPERA est expliquée à travers les cinq étapes décrites par la suite (cf. Figure 75) :

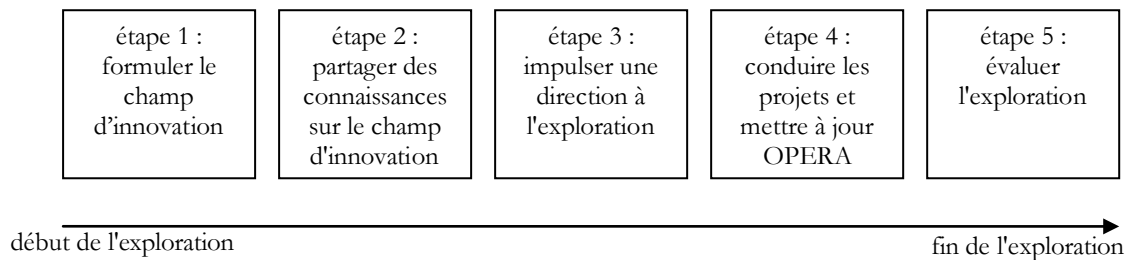


Figure 75. Description par étapes de la méthodologie OPERA

1.3.1. Etape 1 : Formuler le champ d'innovation

La première étape vise à déterminer un domaine sur lequel les partenaires souhaitent effectuer ensemble un travail de conception (cf. Figure 76). Le but n'est pas de définir d'emblée des projets aux objectifs clairs mais plutôt de déterminer des thématiques d'exploration communes. Ces champs d'innovation sont soit explicités directement par les partenaires soit issus d'un travail de superposition de profils C-K. Dans ce dernier cas, chaque partenaire exprime les concepts et connaissances qu'il souhaiterait développer, le croisement des différents concepts et connaissances permet de distinguer des préoccupations de thématiques communes.

<u>Concept</u>	<u>Knowledge</u>
<p style="text-align: center;"><u>PROFIL C DES PARTENAIRES</u></p> <p style="text-align: center;">concepts, problèmes restant à résoudre par les partenaires</p>	<p style="text-align: center;"><u>PROFIL K DES PARTENAIRES</u></p> <p style="text-align: center;">compétences/expertises des partenaires, technologies/brevets connexes, produits commercialisés par les partenaires ...</p>

Figure 76. Aperçu de l'état d'OPERA en fin d'étape 1

1.3.2. Etape 2 : Partager des connaissances sur le champ d'innovation

La seconde étape consiste à identifier les connaissances de base du champ d'innovation traité (cf. Figure 77). Pour cela, les participants vont préciser ses propriétés standards et vont recenser les

connaissances majeures qui lui sont associées (K_0). L'objectif est que les partenaires partagent un minimum de vocabulaire commun mais surtout une représentation similaire du sujet traité. Par exemple si le champ d'innovation concerne « les péages autoroutiers », les partenaires doivent commencer par décrire ce qu'est aujourd'hui un péage autoroutier et quelles sont les connaissances/compétences nécessaires pour les fabriquer. Ce partage de connaissances se fait par des présentations orales, des démonstrations de maquettes ou de produits existants, des petites séances de focus-group... Il s'agit, dans cette étape, de revenir sur le *dominant design* du champ d'innovation, c'est à dire les propriétés qui forment aujourd'hui l'identité même du champ d'innovation.

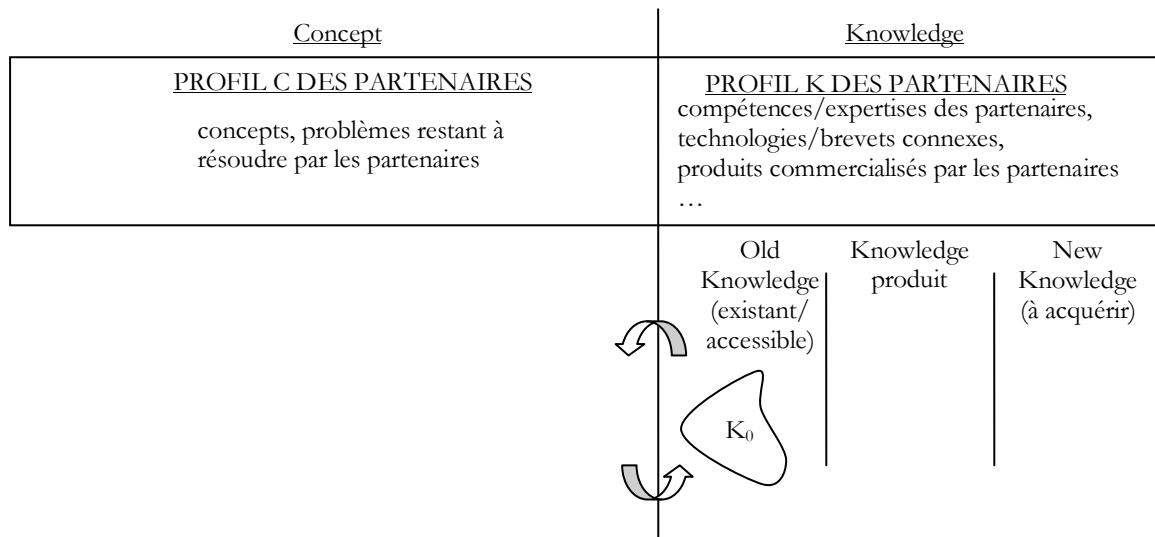


Figure 77. Aperçu de l'état d'OPERA en fin d'étape 2

1.3.3. Etape 3 : Impulser une direction à l'exploration

Durant cette étape, des premiers concepts et partitions vont être élaborés pour lancer véritablement l'exploration (cf. Figure 78). Généralement les champs d'innovations relèvent de l'espace des connaissances plutôt que de celui des concepts. « Les péages autoroutiers », « le déplacement travail-domicile », « interfaces visuelles », « énergie en mobilité » : tous ces champs d'innovation sont des connaissances car ils existent déjà (on connaît déjà des interfaces visuelles ; une voiture en mouvement est de l'énergie en mobilité...). Premièrement, il s'agit donc de passer de l'énonciation d'un champ d'innovation à un (ou des) concept(s) au sens de la théorie C-K¹³⁰.

¹³⁰ Pour mémoire, "un concept est une notion ou une proposition sans statut logique : on ne peut dire d'un concept, par exemple celui de « salle de séjour oblongue », qu'il est vrai, faux, incertain, ou indécidable. [...] En revanche, on peut construire des propositions à statut logique incluant un ou plusieurs concepts. Je peux penser que les « salles de séjour ne doivent pas être placées près des cuisines », autrement dit j'attribue à cette proposition un statut logique (de vérité, ou de probabilité par exemple). Ce qui revient à dire in fine : « Il est vrai que cette proposition a tel statut logique pour moi ». Lorsqu'un ingénieur se propose de concevoir un « avion à hélices carénées qui vole convenablement », il ne peut donner aucun statut logique à cette proposition : s'il affirme que cette proposition est fautive, il énonce une connaissance qui arrête le raisonnement de conception. S'il dit que cette proposition est vraie, il affirme qu'il existe déjà des « avions à hélices carénées volant convenablement » et donc il doit alors

Pour reprendre les termes de la théorie C-K, il s'agit de passer d'un objet connu à un objet inconnu. Pour cela, les participants vont joindre au champ d'innovation des qualificatifs qui lui sont totalement nouveaux¹³¹ (ex. « les péages autoroutiers de la chance », « payer sans dépenser » ...). L'objectif est clairement de s'éloigner des *dominant design* énoncés dans l'étape 2. L'énonciation de ces concepts marque le début de l'activité de conception ; à partir de cet instant, les partenaires doivent bien concevoir quelque chose qui n'existait pas auparavant !

Suite à la définition des premiers concepts, les partenaires vont définir et répartir des projets sur l'ensemble des partitions d'OPERA. Comme le souligne (Weil, 1999), ces projets doivent être assez délimités pour pouvoir être révisables rapidement. Le but est d'élaborer des projets qui permettent un retour d'apprentissage rapide. Nous privilégierons donc des projets de courte durée (activités de prototypage, focus groups...) plutôt que des études longues (études anthropologiques...). L'idée générale est de conduire des premières investigations éparées pour ensuite se focaliser autour des partitions qui révéleront le plus de valeur. A la fin de l'étape 3, les dimensionnements des missions sont connus des chefs de projets (budget, délai, concepts à explorer, connaissances à acquérir (K'₀)...) et officiellement lancées.

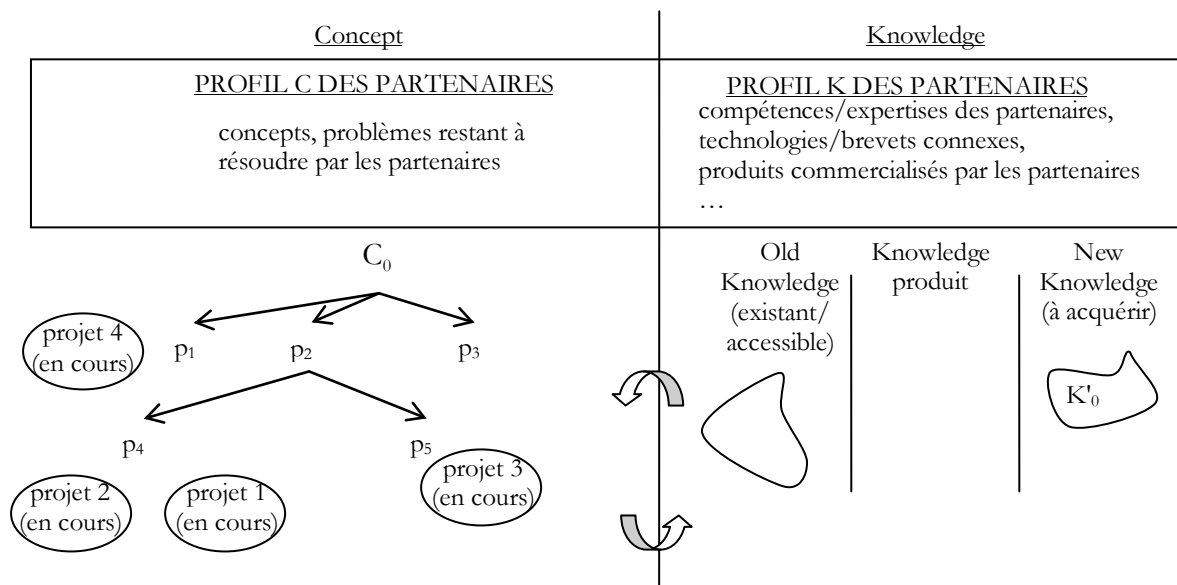


Figure 78. Aperçu de l'état d'OPERA en fin d'étape 3

reformuler son concept en le différenciant de ce qui existe, par exemple en ajoutant « plus léger que celui de X ». On voit qu'un concept évoque une proposition « inconnue » relativement à la connaissance disponible." (Hatchuel et Weil, 2002b)

¹³¹ Lors d'une discussion menée avec Armand Hatchuel, ce dernier a employé une expression intéressante, « l'adjectif tue le nom », pour insister sur la profonde déstabilisation identitaire que peut provoquer l'emploi d'un qualificatif sur un objet.

1.3.4. Etape 4 : Conduire et présenter les projets d'innovation

1.3.4.1. Conduite des projets et mise à jour d'OPERA

Durant cette étape, les chefs de projets mènent leur(s) projet(s) d'innovation. Ils exercent les activités qu'ils jugent nécessaires : organisation de séances de créativité, réalisation de prototypes, élaboration d'études marketing, observation *in situ* d'utilisateurs potentiels... Pas à pas, les résultats intermédiaires des projets sont intégrés dans OPERA et l'exploration est contrôlée.

Dans l'espace C d'OPERA, les chemins des projets sont détaillés par l'ajout de nouvelles partitions, les voies de conception qui n'ont pas été prises sont aussi exprimées (concepts inexplorés). Ensuite, au regard de chaque partition, les équipes de conception distinguent celles qui sont restrictives (propriétés qui reposent sur des connaissances existantes) de celles qui sont expansives (propriétés qui reposent sur de nouveaux savoirs). Les connaissances mobilisées au sein des projets sont réparties en trois catégories : les connaissances qui existaient déjà avant le projet et qui ont été mobilisées, les connaissances nouvelles produites par l'équipe de conception et les connaissances manquantes. Ainsi, au fur et à mesure de l'exploration, les étapes du projet sont ainsi définies par ajout de partitions sur la base des connaissances acquises préalablement.

1.3.4.2. Présentation des résultats intermédiaires des projets d'innovation

Lors des réunions entre les chefs de projets et le comité d'orientation, les participants visualisent à travers OPERA l'ensemble du champ qui a été exploré (cf. Figure 79). Chaque projet peut être évalué isolément, les partenaires peuvent apprécier les nouvelles connaissances et les concepts générés ainsi que les choix de conception qui ont été faits. La cohérence des projets peut aussi être étudiée en distinguant par exemple les connaissances à acquérir qui peuvent être intéressantes pour plusieurs projets. L'identification des connaissances manquantes peut servir à sélectionner de nouveaux partenaires potentiels. Durant ces réunions, les membres du comité d'innovation peuvent enrichir eux-mêmes OPERA en rajoutant de nouvelles partitions ou de nouveaux domaines d'apprentissage. Les projets sont, dans ces conditions, réorientés vers de nouveaux espaces d'exploration.

Du point de vue de la cohésion du groupe, chaque partenaire exprime ses zones d'intérêts à la fois au niveau de l'espace C et de l'espace K d'OPERA. En procédant ainsi, les partenaires savent, pour chaque partition de l'espace C, si la partition est plutôt fédératrice (partition collective) ou non (partition individuelle). De manière plus générale, la question de la propriété industrielle, sujet hautement sensible dans les coopérations, peut aussi être abordée à travers OPERA. En effet, les partenaires peuvent annoter sur OPERA les concepts sur lesquels ils souhaitent

bénéficier d'un droit de préemption ; un protocole annexe permettra de régler le cas des concepts litigieux.

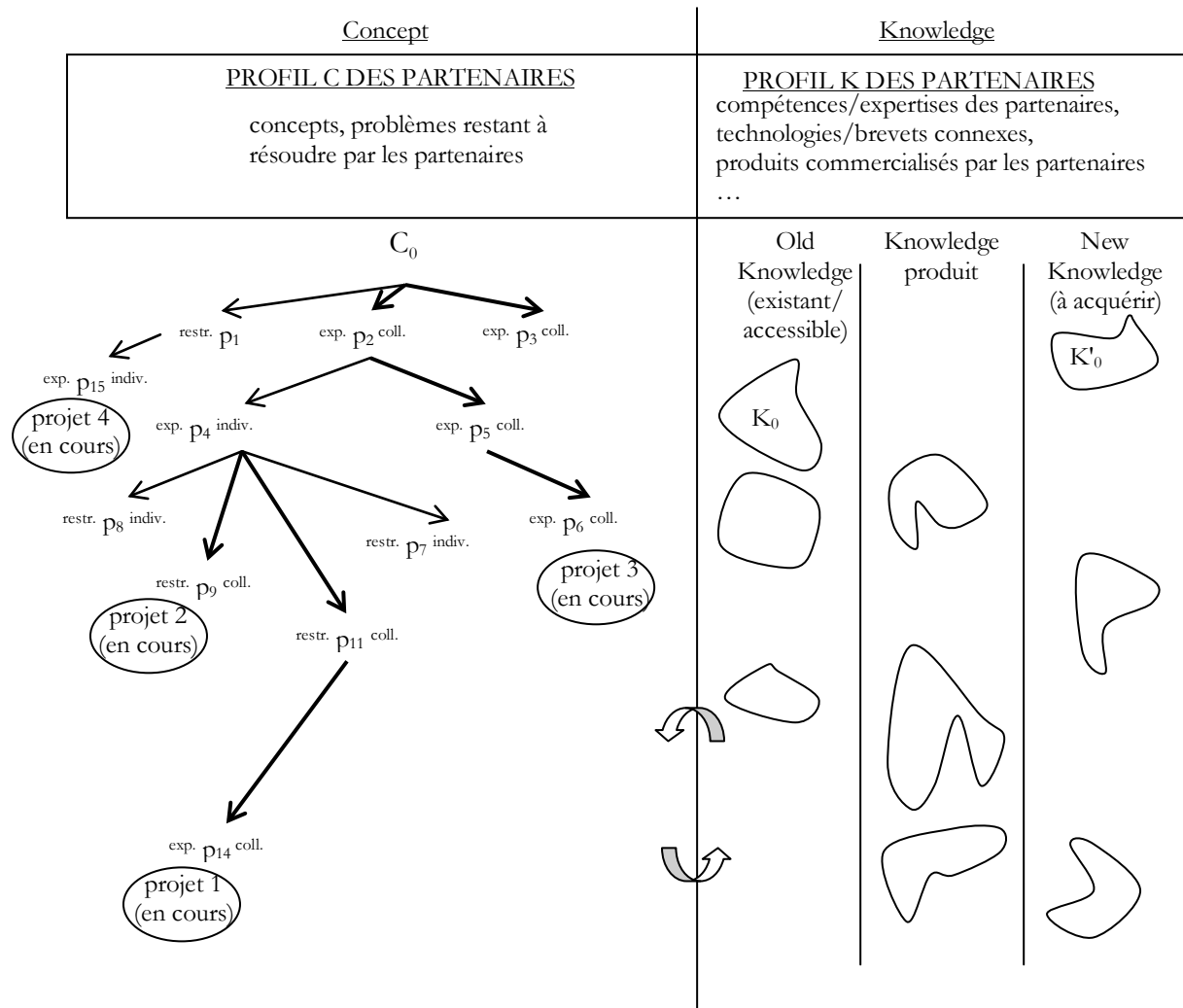


Figure 79. Aperçu de l'état d'OPERA en fin d'étape 4

1.3.5. Etape 5 : Fin d'OPERA et évaluation finale de l'exploration

Lorsque les partenaires décident de l'arrêt de l'exploration du champ d'innovation, ceux-ci ont au final une cartographie de l'exploration réalisée (cf. Figure 80). Les partenaires peuvent voir les projets qui ont été achevés en respectant les délais (ces projets sont ceux qui ont été transformés en connaissance, disjonction de $C \rightarrow K$) et ceux restant inachevés (présent encore dans l'espace C). Ils peuvent aussi estimer ce qu'ils ont appris durant l'exploration en consultant la base de connaissance d'OPERA.

Durant cette dernière étape, les partenaires vont pouvoir donner une évaluation finale au champ d'exploration en étudiant la structure de l'arborescence¹³². L'évaluation peut se porter sur un seul

¹³² Nous recommandons également de réaliser des évaluations intermédiaires durant l'étape précédente.

champ d'innovation ou sur une comparaison de plusieurs explorations réalisées de manière synchrones ou non. Pour cela, nous nous appuyons sur les différents critères proposés par (Le Masson, Hatchuel, *et al.*, 2007), à savoir :

- le critère de variété : les partenaires vont apprécier la « largeur » de l'arbre C-K en dénombrant le nombre de « branches terminales ».
- le critère d'originalité : Pour cela, les participants dénombrent les concepts rattachés à des partitions expansives¹³³. Une autre solution est de comparer l'originalité des concepts vis à vis des produits de la concurrence et des applications existantes.
- le critère de robustesse : il s'agit ici d'évaluer la capacité de l'équipe à avoir su surmonter les contraintes et transformer les concepts en connaissances. Dit autrement, le but ici est d'évaluer si les projets ont bien été menés à terme, si les équipes ont pu acquérir suffisamment de compétences pour concrétiser les concepts choisis.
- le critère de valeur : enfin, les partenaires vont apprécier la valeur des concepts. En effet, l'exploration vise notamment à savoir pour qui et en quoi les concepts ont de la valeur¹³⁴ (nouvelles utilités, amélioration d'une pratique existante...). Il s'agit d'évaluer l'acquisition de ces connaissances.

¹³³ En effet, des concepts originaux sont, par définition, expansifs car ils sont basés sur des règles génératives nouvelles.

¹³⁴ Ces connaissances peuvent être acquises, par exemple, par des tests de propension à l'achat ou encore des observations d'usage où les concepteurs vont détecter de nouvelles situations rendues possibles à l'utilisateur (Veyrat, 2008).

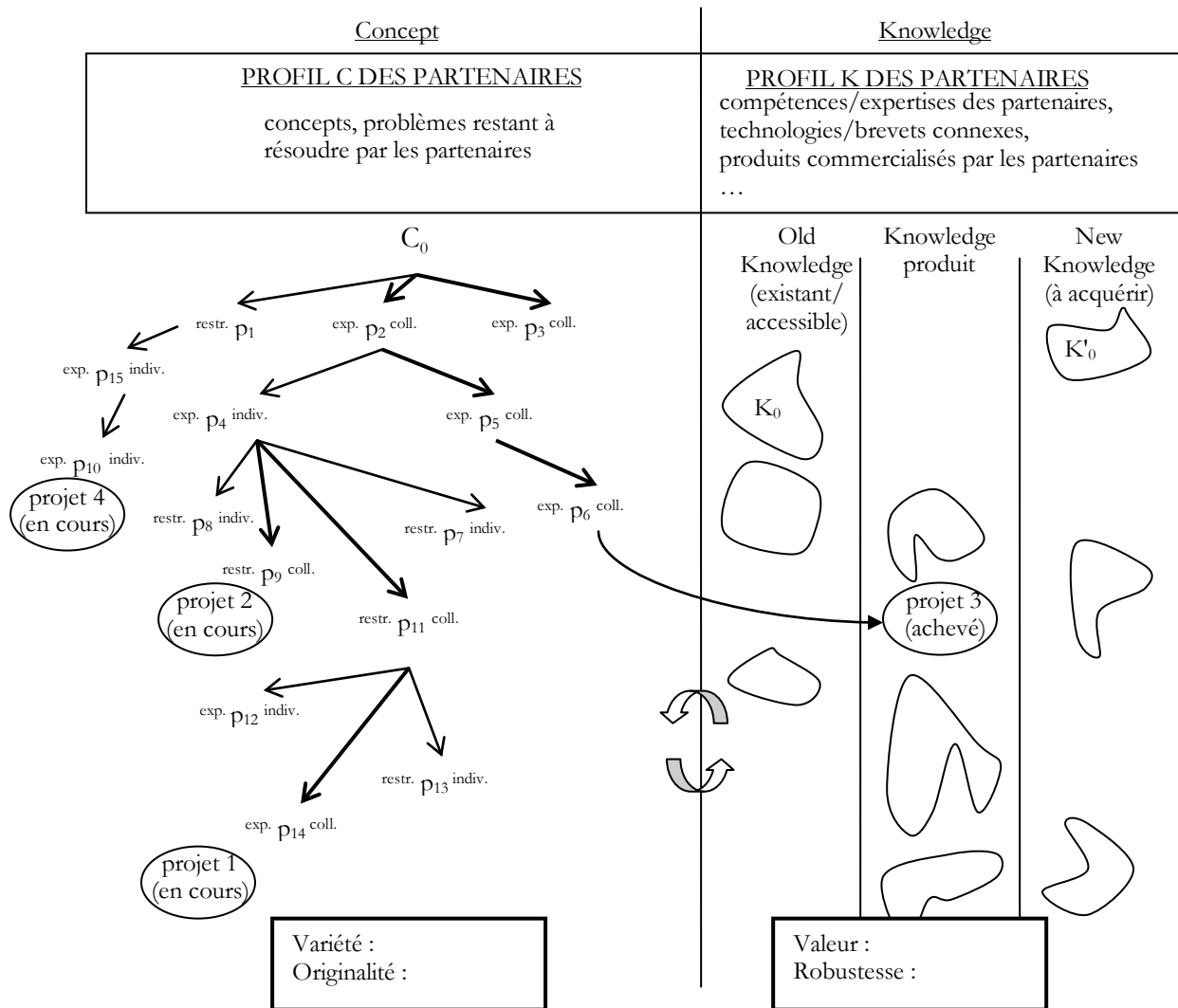


Figure 80. Aperçu de l'état d'OPERA en fin d'étape 5

2. Expérimentation d' OPERA sur « ENERGIE EN MOBILITE »

2.1. Protocole expérimental

2.1.1. Contexte de l'expérimentation

Fin de l'année 2007, l'exploration du champ d'innovation INTERFACES VISUELLES touche à sa fin. Alors qu'une multitude d'idées ont été générées, que différents prototypes et différentes études d'usages ont été réalisés, les partenaires expriment des difficultés pour synthétiser les cheminements suivis et avoir une vision globale du champ d'innovation exploré. En novembre 2007, M. PIAT et moi-même présentons au comité de direction un premier document sur lequel figure une arborescence employant le formalisme de la théorie C-K sur laquelle est répertorié un ensemble de connaissances et de concepts mobilisés durant 2007¹³⁵. L'initiative est appréciée par les membres du comité de direction car cela leur a permis d'avoir très rapidement une vision panoramique de l'état des travaux. Cependant, il s'agissait d'une démarche de "retro-engineering" et les membres du comité de direction exprimèrent alors le souhait qu'elle soit utilisée pour piloter le prochain champ d'innovation plutôt qu'*a posteriori*.

C'est le champ d'innovation ENERGIE EN MOBILITE qui est alors exploré durant l'année 2008. Ce champ d'innovation apparaît rapidement comme très consensuel pour les partenaires bien qu'aucun projet précis ne soit établi. D'ailleurs, notre recherche bibliographique¹³⁶ dans les documents officiels de l'Intranet de MINATEC IDEAs Laboratory n'aboutit à aucune définition exacte de ce que les partenaires entendent par ENERGIE EN MOBILITE. Le périmètre de l'exploration est, selon nous, nullement défini au départ par les partenaires, chacun partenaire y voyant un intérêt particulier. Face à l'immensité de ce champ d'innovation ainsi qu'aux interrogations pour en explorer les contours, la proposition de supporter l'exploration de la thématique non seulement par le formalisme C-K mais plus largement par l'ébauche de ce qui allait devenir OPERA est acceptée.

Quatre projets ont été lancés durant l'exploration du champ d'innovation, les concepts et les connaissances sous-jacentes ont été intégrés à OPERA. La responsabilité de l'expérimentation d'OPERA m'a été confiée ainsi qu'à M.PIAT. L'expérimentation d'OPERA a facilité la participation continue de l'équipe opérationnelle de MINATEC IDEAs Laboratory (10

¹³⁵ Le procédé permettant d'obtenir ce résultat est expliqué par (Le Masson et Magnusson, 2003) et un exemple est donné à la page 222.

¹³⁶ Recherche effectuée en octobre 2009.

personnes environ) ainsi que de celle des responsables siégeant au comité de direction. Cette expérimentation s'est achevée en février 2009.

2.1.2. Indicateurs de résultat

Pour pouvoir mesurer les résultats de notre expérimentation, nous proposons, à partir des principales fonctions d'OPERA exposées précédemment, de définir quelques indicateurs de résultat (cf. Tableau 23). Les résultats de l'expérimentation par rapport à ces indicateurs de résultats seront synthétisés à la fin de ce chapitre (cf.p237).

Fonctions d'OPERA	Sous-objectifs à satisfaire	Quelques indicateurs de résultats
F ₁ : Générer des projets d'innovation en profitant de la diversité des partenaires	Informers les partenaires sur leurs C et K réciproques	- quantité et qualité des données recueillies - degré de représentation des partenaires dans les données récoltées - qualité du système d'échanges de données entre partenaires.
	Lancer de nouveaux projets en cohérence avec le processus d'exploration en cours	- nombre de projets d'innovation lancés - degré de cohérence des projets lancés avec le processus d'exploration en cours
	Rendre visible la contribution de chaque partenaire dans les projets	- degré d'interactions entre les projets lancés et les compétences /stratégies des partenaires
F ₂ : Gérer le pilotage des projets d'innovation en cartographiant l'exploration	Intégrer et piloter simultanément des projets d'innovation	- nombre de projets pilotés simultanément - degré de synergies entre projets - facilité d'insertion de nouveaux projets dans l'arbre C-K
	Faciliter les prises de décision et la communication entre acteurs	- type et fréquence des décisions prises - type et fréquence d'échanges entre les membres opérationnels et décideurs
	Aider à l'appropriation d'OPERA dans les pratiques courantes des partenaires	- nombre d'utilisateurs d'OPERA - fréquence d'utilisation d'OPERA - niveau de satisfaction des participants à l'expérimentation - qualité ergonomique d'OPERA
F ₃ : Maîtriser la cohésion des partenaires durant l'exploration	Informers les partenaires sur leurs zones d'exploration favorites et prévenir les risques conflictuels	- degré de représentation des partenaires dans l'expression des préférences dans C et K. - qualité des informations sur les préférences des partenaires - niveau d'intégration de la politique de propriété industrielle du partenariat
	Lancer et/ou orienter des projets par rapport aux zones de préférences des partenaires	- capacité des partenaires à réorienter des projets vis-à-vis des préférences citées.
F ₄ : Faciliter l'absorption des concepts et connaissances au sein de chaque partenaire	Rendre compte de l'impact des projets menés sur le profil C-K des partenaires	- degré d'évolution des profils C-K (avant/après coopération) - nombre de projets intégrés dans les R&D de chaque partenaire

Tableau 23. Indicateurs de performance de l'outil OPERA

2.2. Les étapes et les résultats de l'expérimentation ENERGIE EN MOBILITE

2.2.1. Etape 1 : Formuler le champ d'innovation

L'étape de définition du champ d'innovation a été réalisée juste avant le lancement officiel de l'expérimentation OPERA. Notre étude documentaire¹³⁷ montre que le choix d'ENERGIE EN MOBILITE a été conclu suite à plusieurs séances de travail entre les responsables du comité de direction. L'intérêt des partenaires pour la thématique est clairement partagé : « Le sujet ENERGIE EN MOBILITE a l'air de fédérer les partenaires pour le futur. », « thème majeur successeur de INTERFACES VISUELLES », « un barycentre qui glisse vers une nouvelle thématique principale ENERGIE EN MOBILITE » (source : extrait de documents de comité de direction). En effet, l'annonce de la nouvelle thématique semble intéressante pour les partenaires présents à cette période :

- pour le CEA, c'est une opportunité de valoriser ses technologies de récupération d'énergie auprès des autres partenaires et d'explorer de nouvelles pistes applicatives
- pour ROSSIGNOL et ESSILOR qui souhaitent innover en proposant des nouveaux produits basés sur de l'électronique, la thématique ENERGIE EN MOBILITE permettrait de trouver des moyens pour recharger les batteries de ces nouveaux objets.
- pour EDF, ENERGIE EN MOBILITE permet de positionner le thème de l'énergie au centre des préoccupations du partenariat.

Le thème est officialisé en décembre 2007.

2.2.2. Etape 2 : Partager des connaissances sur le champ d'innovation

Après avoir validé les champs d'innovation, les partenaires ont été sollicités par des envois d'e-mails. L'objectif était de recueillir les connaissances des partenaires sur le sujet. Nous leur demandions de manière assez ouverte ce que représentait pour eux l'énergie et la mobilité et quelle était leur stratégie d'innovation dans ce domaine. De cette manière, nous recueillions des informations telles que : des situations qui permettraient de produire de l'énergie, des fonctions nouvelles rendues possible par un apport d'énergie, des produits issus de l'environnement des partenaires qui pourraient permettre de distribuer de l'énergie, des expertises et études que les partenaires avaient en interne, des connaissances précises qu'ils souhaiteraient acquérir. Ces

¹³⁷ Ces recherches d'informations complémentaires ont été réalisées en octobre 2009 à partir de comptes rendus de comité de direction archivés sur le site Intranet du MINATEC IDEAs Laboratory.

informations furent synthétisées dans le document ci-dessous (cf. Tableau 24) en différenciant selon qu'elles étaient des concepts expansifs, des concepts restrictifs, des connaissances existantes ou des connaissances à acquérir.

		données provenant des partenaires		
		Partenaire 1	Partenaire i	Partenaire n
concept	concept restrictif
	concept expansif
knowledge	knowledge existant
	knowledge à acquérir

Tableau 24. Document de collecte des données des partenaires

2.2.3. Etape 3 : Impulser une direction à l'exploration

Dans l'étape 3, ENERGIE EN MOBILITE a été scindé en trois sous-champs d'innovation formulés en termes de concept :

- Sous-champ d'innovation (a) : « la production innovante de l'énergie électrique »

Les partenaires voulaient explorer tout concept permettant à un utilisateur en mobilité de pouvoir recharger les batteries de ses appareils électroniques. Ici, nous considérons que l'énergie n'était pas disponible et qu'il fallait concevoir des moyens innovants pour la produire.

- Sous-champ d'innovation (b) : « la distribution innovante de l'énergie électrique »

Ici, l'objectif était de concevoir des moyens innovants pour distribuer de l'énergie à des appareils nomades. L'hypothèse de départ était que l'énergie existait quelque-part, qu'il fallait la trouver pour la distribuer de manière opportune (cf. Figure 81).

- Sous-champ d'innovation (c) : « la consommation d'énergie intelligente »

Enfin, les partenaires souhaitaient explorer des situations où les utilisateurs étaient capables de consommer de manière intelligente l'énergie disponible dans leurs appareils électroniques.

L'émergence et la formulation de ces trois sous-champs d'innovation ont été réalisées principalement par M.PIAT et moi-même en analysant les informations récoltées durant l'étape 2 au cours de trois courtes réunions. Ces propositions ont été exposées à l'équipe opérationnelle et acceptées. Les participants à l'expérimentation ont rapidement admis que les trois concepts initiaux ((a),(b),(c)) n'étaient pas très originaux mais qu'ils permettaient de couvrir un large espace

d'exploration. Bien que les partenaires aient conscience de possibles zones de recouvrement, ces trois sous-champs d'innovation ont paru assez contrastés pour pouvoir être explorés en parallèle.

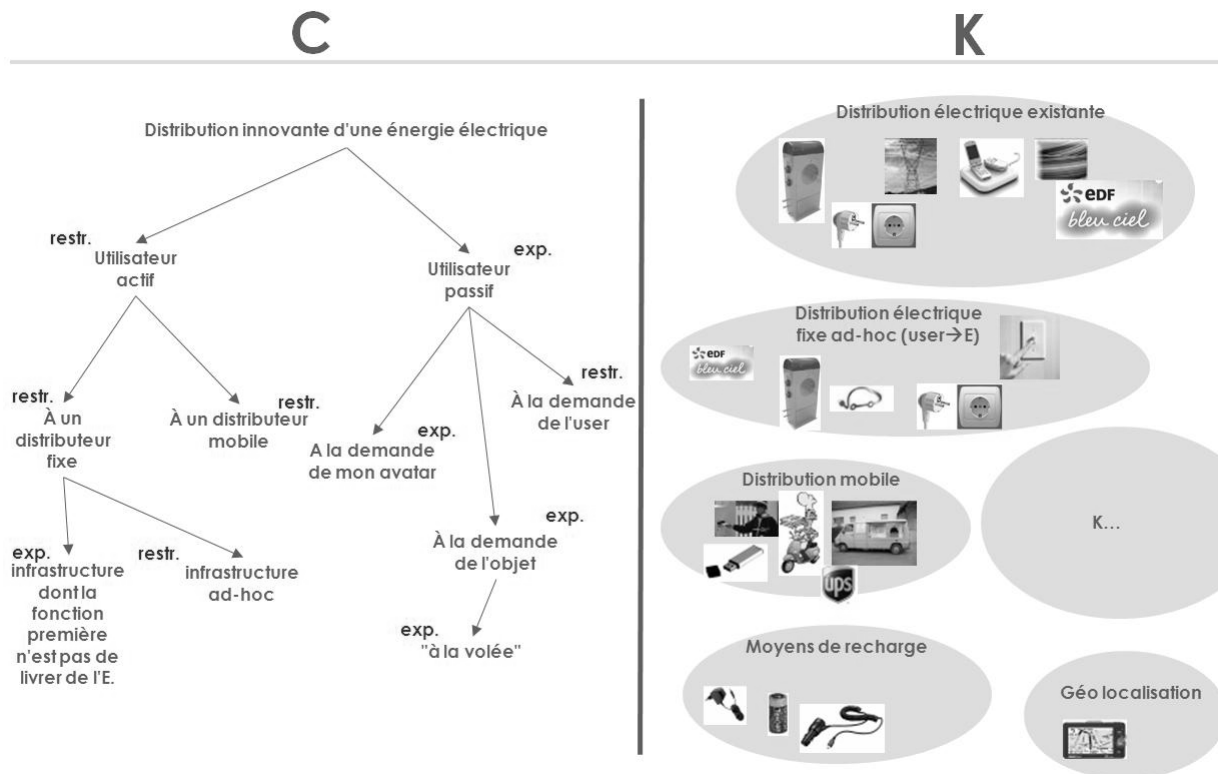


Figure 81. Aperçu du sous-champ d'innovation (b)

2.2.4. Etape 4 : Conduire et présenter les projets d'innovation

L'exploration du champ d'innovation ENERGIE EN MOBILITE s'est déroulée en deux phases. La première consistait à fédérer l'ensemble des partenaires sur les trois sous-champs d'innovation. Cette phase a été entièrement menée à travers un projet nommé MILENER. Suite aux concepts retenus durant MILENER, la seconde phase s'est concentrée sur quelques branches de l'arbre C-K et trois projets ont été lancés (PROJET P0, PROJET P1, PROJET P2) (cf. Figure 82).

L'utilisation d'OPERA a été marquée par un double mouvement : dans le même temps que les résultats (intermédiaires) des projets ont été intégrés à l'outil, la représentation des différents chemins d'exploration a permis aux acteurs de prendre des décisions sur de nouvelles orientations à donner à l'exploration. Dans cette section, nous décrivons chacun de ces projets, nous verrons comment les résultats produits par les projets ont pu être collectés et intégrés à OPERA et comment OPERA a pu être utilisé pour donner des directions à l'exploration.

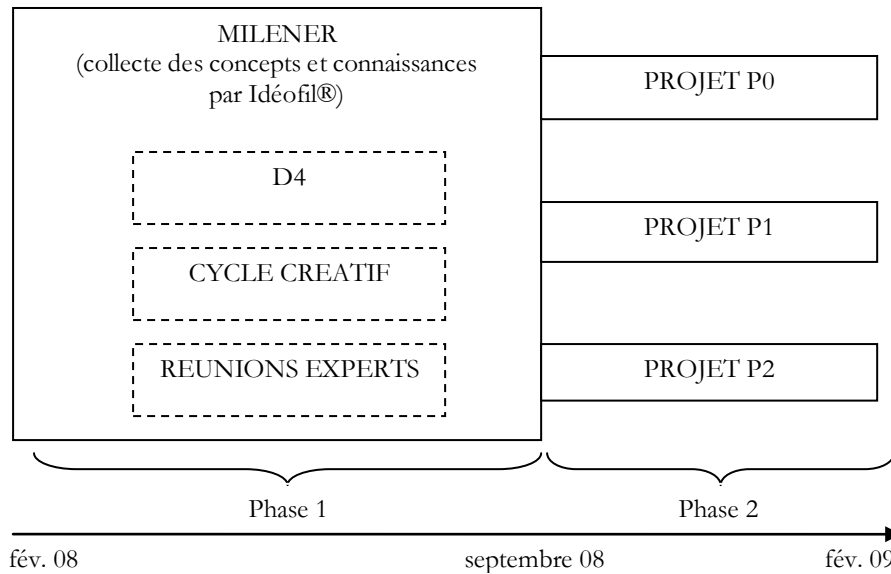


Figure 82. Organisation des projets d'exploration d'ENERGIE EN MOBILITE

2.2.4.1. Phase 1 : Le projet MILENER (janvier 08-juillet 08)

2.2.4.1.1. Description du projet MILENER

Suite à la formulation des trois sous-champs d'innovation, la première phase de l'exploration a été organisée autour du projet MILENER (cf. Tableau 25). Celui-ci consistait à « identifier les projets et la nature des réalisations (maquettes, programme de R&D, développement de brique techno, études usages...) à mener au regard du thème ENERGIE EN MOBILITE » (source : document interne). Globalement, l'idée directrice du projet était de rentrer dans l'exploration d'ENERGIE EN MOBILITE en privilégiant une approche technologique comme le souligne un participant : « L'expérience INTERFACES VISUELLES réclame une entrée par les technos pour répondre aux attentes des partenaires et rendre le thème appropriable et déclinable en projets communs opérationnels » (source : document interne).

L'objectif de MILENER était de fédérer durant la phase 1 tous les partenaires du MINATEC IDEAs Laboratory pour ensuite déterminer des concepts qui pourraient-être pris en charge plus spécifiquement par certains partenaires durant la phase 2. Trois missions ont composé le projet MILENER ; celles-ci visaient toutes la production de concepts technologiques innovants, seule la manière d'y parvenir différait :

- pour la mission D4, il s'agissait d'explorer des technologies du CEA par la méthode D4¹³⁸. Trois technologies ont été explorées : une technologie de production d'énergie

¹³⁸ Celle-ci fera l'objet d'une étude détaillée dans le prochain chapitre.

(sous-champs d'innovation (a)), une nouvelle technologie pour distribuer de l'énergie (sous-champs d'innovation (b)) et une troisième technologie transverse aux trois sous-champs d'innovation.

- pour la mission CYCLE CREATIF, deux séances de créativité ont été organisées. Comme il est fréquemment le cas pour les séances de brainstorming, celles-ci visaient à répondre à des questions ouvertes. La première question était « Comment faire pour concevoir d'autres modes d'utilisation des objets électroniques nomades afin d'optimiser leur consommation d'énergie ? » (document de source interne) et la seconde « Comment ferait-on pour alimenter nos objets électroniques si nous ne devons pas utiliser le réseau de prises des bâtiments ou les piles ? » (document de source interne).
- enfin, les REUNIONS EXPERTS ne disposaient pour ainsi dire d'aucune méthodologie spécifique. Il s'agissait de consulter les experts techniques du CEA et d'imaginer avec eux des concepts possibles à partir des champs applicatifs des partenaires (sport, médical, énergie...). Quatre technologies ont été étudiées chacune portant sur le sous-champ d'innovation (a).

Les idées émises durant ces missions ont été collectées dans un outil collaboratif en ligne, Idéofil®¹³⁹. Le projet MILENER s'est achevé le 12 septembre 08 par la livraison d'un dossier d'innovation à destination des partenaires de MINATEC IDEAs Laboratory. Suite à cela, neuf projets ont été nominés et proposés au comité de direction pour poursuivre l'exploration. Sur ces neuf projets, trois d'entre-eux sont entrés dans la phase 2.

	MILENER
Effectif	« équipe projet » de 5 personnes, 10 experts CEA, 2 illustrateurs, 15 personnes détachées temporairement par les partenaires
Durée du projet	6 mois
Objectifs	Formuler des projets d'innovation basés sur des technologies émergentes
Missions	D4 – CYCLES CREATIFS – REUNIONS EXPERTS
Technologies	9 technologies étudiées
Livrables	dossier d'innovation (100 idées détaillées et illustrées techniquement, diagramme comparé de puissances, représentation des idées sous OPERA, formulation de projets retenus)

Tableau 25. Présentation synthétique du projet MILENER

¹³⁹ Idéofil®, développé par M.PIAT (EDF R&D) et hébergé par la société I-NOVA (<http://www.i-nova.fr>), est une plateforme de gestion d'idées par internet. Cet outil de crowdsourcing permet aux participants de proposer des idées, de rebondir sur des idées, d'évaluer des idées ou encore de demander l'avis d'experts. Un aperçu rapide des différentes fonctionnalités d'Idéofil est visible à l'Annexe 9 de la p293.

2.2.4.1.2. Collecte et intégration des données durant la phase 1

Du point de vue de la mise à jour du projet MILENER, la tâche principale a été de faire le lien entre l'outil OPERA et le système collaboratif en ligne de récolte d'idées Idéofil®. En effet, le projet a généré une grande variété et quantité de concepts, il s'agissait principalement d'une exploration large. Un peu plus de cent idées ont été collectées dans l'outil collaboratif Idéofil®. Devant l'abondance des idées, OPERA n'a pas été enrichi en décomposant systématiquement chacune des idées en concepts et connaissances comme nous l'avons fait durant le champ d'innovation INTERFACES VISUELLES (cf. Figure 83). Les idées ont d'abord été rassemblées par ressemblance pour ensuite être décomposées collectivement. Le schéma ci-dessous illustre la transformation d'une famille d'idées intitulée « coursier d'énergie » en arborescence C-K.

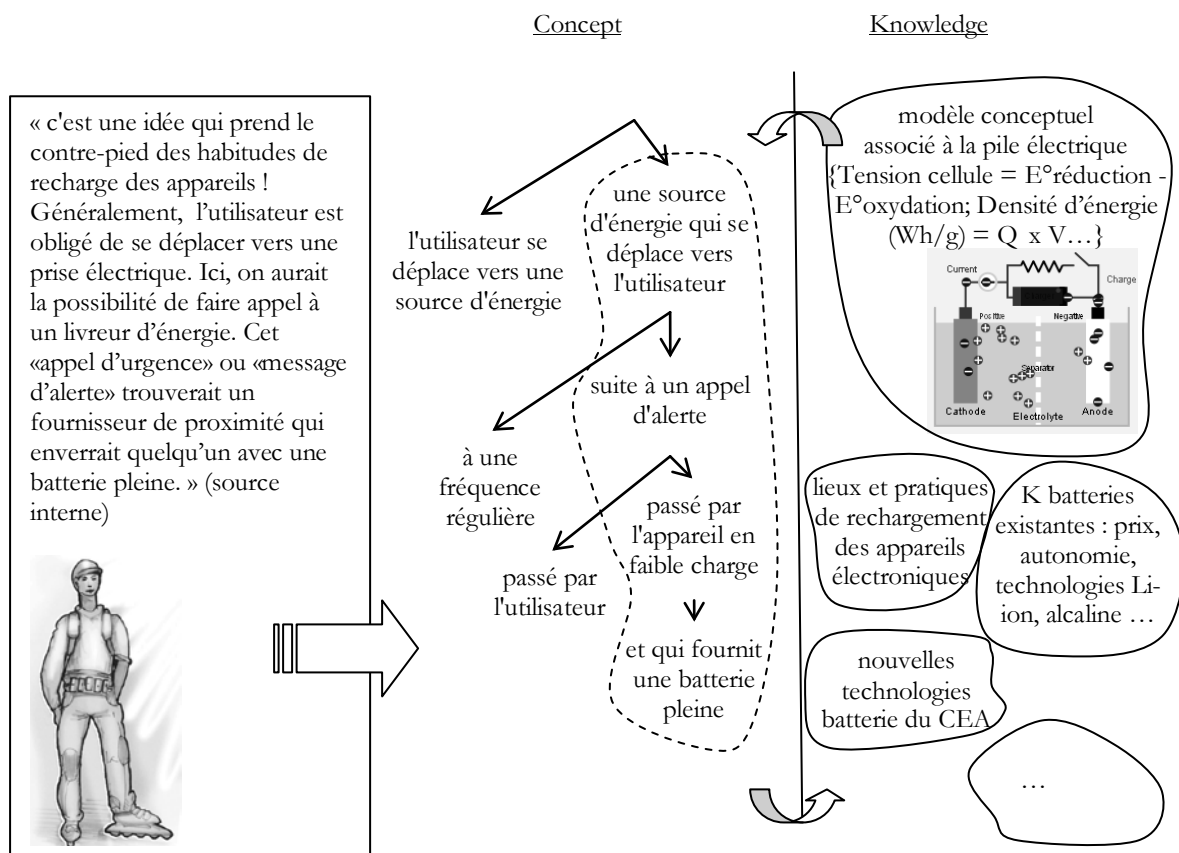


Figure 83. Transformation d'une idée en arborescence C-K : l'idée du « coursier d'énergie » (source : document interne)

2.2.4.1.3. Conditions d'utilisation d'OPERA durant la phase 1

Comme nous l'avons vu dans le paragraphe précédent, OPERA a notamment permis de synthétiser les idées produites durant MILENER dans une même arborescence C-K. Mais ce n'est pas tout : durant la collecte, nous avons aussi remarqué qu'OPERA permettait aux acteurs de générer de nouvelles idées ! En effet, le fait d'ajouter une partition dans l'espace C génère

quasi-automatiquement une ou des partitions supplémentaires. Par exemple, en exprimant l'idée du « coursier d'énergie » (cf. Figure 83 précédente), de nouvelles partitions complémentaires sont générées de manière presque spontanée : « un appel d'alerte passé par l'utilisateur », « l'utilisateur se déplace vers une source d'énergie », « une source d'énergie qui propose régulièrement de l'énergie »... Ces partitions induites peuvent-elles même être sources de nouvelles inspirations !

De plus, OPERA a joué un rôle essentiel entre l'équipe projet et le comité de direction. OPERA a été présenté à quatre reprises par l'équipe projet lors des comités de direction (durée moyenne de présentation : 1h). Outre le fait de permettre à l'équipe projet de rendre compte de l'avancée de l'exploration, OPERA a permis aussi de mieux cibler les zones de préférences des membres du comité de direction.

Durant le premier comité de direction, l'exploration telle qu'elle apparaît sur la Figure 84 (p.220) a été présentée au partenaire. Les trois sous-champs d'innovation (a),(b) et (c) sont validés par le comité de direction. L'équipe projet a donc dans un premier temps orienté le projet MILENER dans chacune de ces directions. Après avoir intégré les premiers résultats de D4 et REUNIONS EXPERTS, l'équipe projet observe un certain déséquilibre dans l'exploration de l'arbre C/K (certaines branches étaient plus décrites que d'autres) : le sous-champ d'innovation (c) avait été nettement délaissé. Par conséquent, l'équipe projet souhaite rééquilibrer l'exploration et formule les deux questions principales traitées durant CYCLES CREATIFS pour couvrir ce domaine : « Les deux questions portent sur une des branches de l'arbre C/K à savoir : « la consommation d'énergie intelligente » dans la mesure où ce sujet relève de problématiques utilisateurs. La recherche d'idées et de solutions couvrant cette branche n'avait en effet pas été abordée dans les autres séances exclusivement « techno push » » (document de source interne).

Après quelques mois d'exploration, il a été demandé aux partenaires d'exprimer leurs zones de préférences au niveau de l'espace C et de l'espace K en entourant les partitions et poches de connaissances correspondantes sur l'ensemble des sous-champs d'innovation; ce qui nous permis ainsi de déterminer les partitions individuelles et les partitions collectives de l'arbre C-K. L'ensemble des partenaires plébiscite le sous-champ d'innovation (a) et propose d'explorer des technologies spécifiques, l'équipe projet décide donc d'accentuer son exploration en sélectionnant des technologies de récupération d'énergie.

A la fin du projet MILENER, le dossier d'innovation produit est rendu aux partenaires. Dans ce rapport apparaît, dans les premières pages, la cartographie obtenue par OPERA : nous pouvons y voir l'ensemble des concepts explorés, leurs liens avec les technologies explorées et le positionnement des neuf projets nommés dans l'arbre de l'exploration (cf. Figure 84).

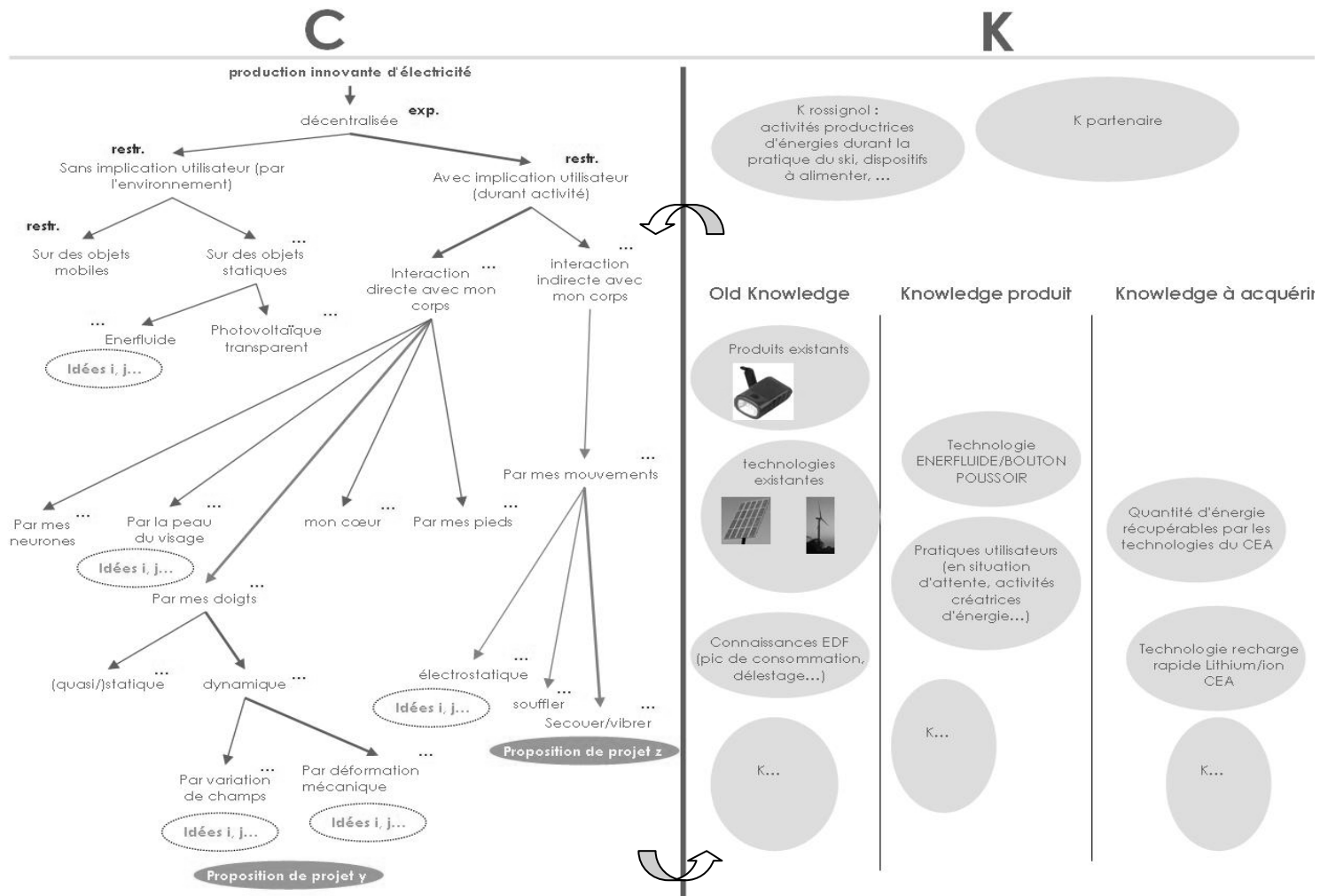


Figure 84. Aperçu simplifié d'OPERA en fin de phase 1 sur le sous-champ d'innovation (a)

2.2.4.2. Phase 2: Les projets P0, P1 et P2 (juillet 08-février 09)

2.2.4.2.1. Description des projets de la phase 2

Durant la phase 2, trois projets ont été lancés (PROJET P0, PROJET P1 et PROJET P2), ceux-ci ont été pilotés par deux chefs de projets¹⁴⁰. Le projet P1 était un projet transverse: il consistait à acquérir une connaissance critique pour les deux autres projets. Il visait principalement à réaliser des expérimentations pour définir les puissances électriques générées par différentes technologies de récupération d'énergie du CEA et de mettre au regard la consommation des appareils électroniques existants. Le PROJET P2 visait à approfondir l'exploration d'une technologie particulière du CEA qui permet de recharger très rapidement des objets électroniques. Pour cela, une méthodologie originale basée sur l'intervention d'une troupe de théâtre d'improvisations à permis de dégager des concepts innovants. Enfin, le PROJET P0 visait à alimenter des dispositifs par l'exploitation d'un effet thermoélectrique. Pour des raisons de confidentialité, nous ne donnerons pas plus d'informations sur ces projets.

2.2.4.2.2. Collecte et intégration des données durant la phase 2

La mise à jour d'OPERA durant la phase 2 a été réalisée par les deux chefs de projets assistés de M.PIAT et de moi-même. Les données ont été collectées en utilisant le document de collecte ci-dessous (cf. Tableau 26) puis intégrées à l'arbre C-K d'OPERA. Tout d'abord, les chefs de projets nous ont décrit leur projet. Pour cela, nous les avons aidés à formuler le concept général du projet puis nous avons rajouté les différentes propriétés de leurs projets. Ces attributs pouvaient être des fonctions, des contraintes, des segmentations d'utilisateurs ou encore des solutions techniques utilisées dans les projets. Chaque attribut était qualifié soit de restrictif [A] soit d'expansif [A']. Dans le même temps, les connaissances relatives aux attributs étaient reportées : elles relevaient soit d'une connaissance existante (ex. « l'expert du CEA m'a dit que la technologie fonctionnait avec des gradients de température forts ») [B], soit d'une connaissance nouvelle qui avait été produite durant le projet (ex. « nous avons mesuré la puissance d'émission de ce capteur ») [B'] soit d'une connaissance à acquérir (ex. « nous partons sur le principe que l'objet pourra bouger même si aujourd'hui on ne sait pas véritablement comment »)[B''].

¹⁴⁰ Le chef du PROJET P0 était le même que PROJET P1

		données collectées sur les projets
Concept	concept restrictif	[A]
	concept expansif	[A']
Knowledge	knowledge existant	[B]
	knowledge produit	[B']
	knowledge à acquérir	[B'']

Tableau 26. Document de collecte des données projets pour la mise à jour d'OPERA

2.2.4.2.3. Conditions d'utilisation d'OPERA durant la phase 2

Durant la phase 2, OPERA a été utilisé à trois reprises pour gérer les interactions entre le comité de direction et les chefs de projets. Premièrement, la cartographie complète d'ENERGIE EN MOBILITE était présentée par mes soins en début de séance. Ensuite, chaque chef de projet encerclait la zone d'exploration relative à son projet, ce qui permettait de contextualiser chaque projet dans l'ensemble du champ d'innovation et de donner une vision globale aux membres du comité de direction. Parmi ces projets, le PROJET P0 a particulièrement retenu notre attention car OPERA a véritablement été utilisé comme un outil de gestion de projet avec un niveau de détail élevé. Durant son projet, le chef de projet a réalisé un arbre C-K spécifique à son projet et ainsi pu justifier le recours à certaines alternatives plutôt que d'autres (problème de délai, niveaux de difficultés de l'alternative...). Dans la Figure 85, nous pouvons voir le cheminement du projet tracé dans l'espace C, les concepts expansifs explorés (cases grisées), les activités du projet (veille, créativité, maquettage...) qui ont permis d'explorer des séquences de partitions, les ressources humaines mobilisées et le planning.

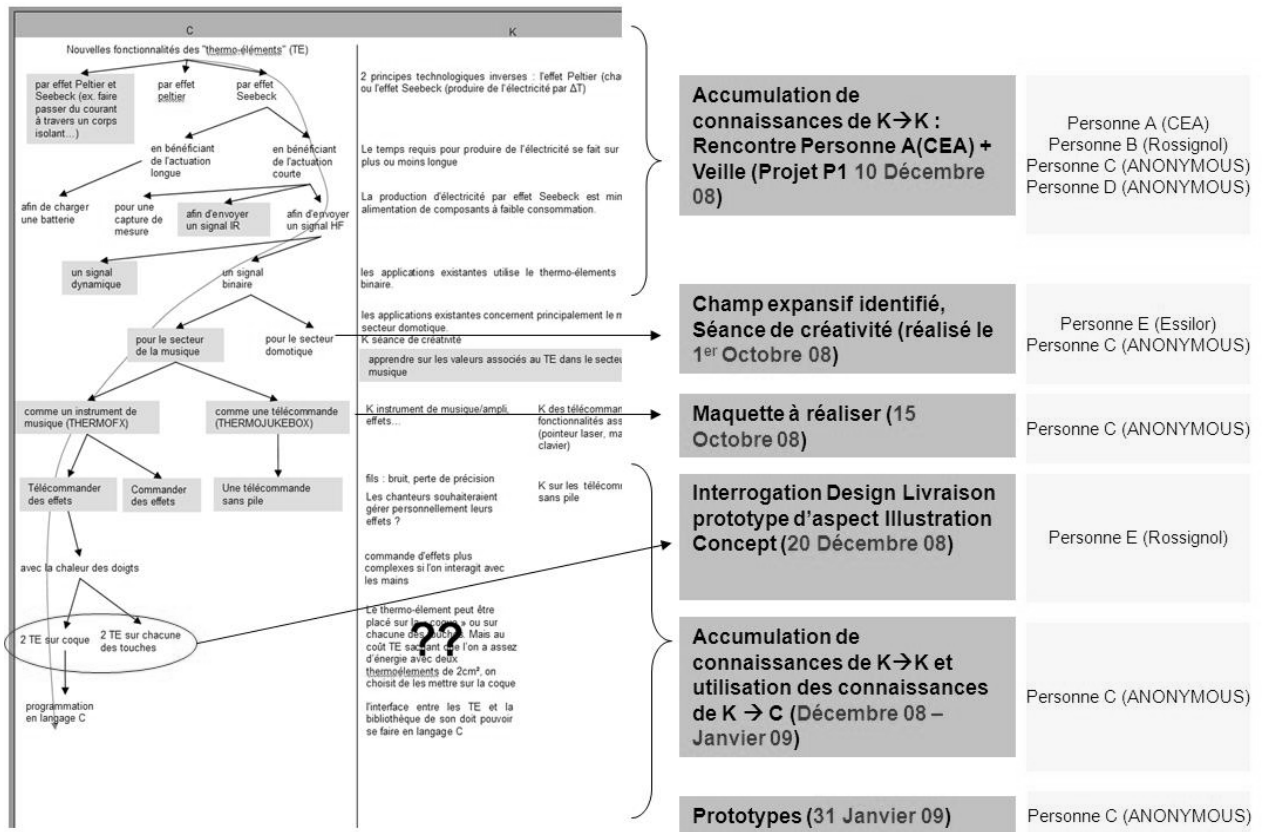


Figure 85. Slide de présentation d'une conduite de projet avec le formalisme C-K (source : document de rendu de comité de direction)

2.2.5. Etape 5 : Fin d'OPERA et évaluation de l'exploration

Cette expérimentation s'est achevée le 10 février 2009 lors d'une présentation finale de la cartographie produite par OPERA au comité de direction. Vis à vis des trois sous champs d'innovation explorés, le champ relatif à la production innovante d'électricité était le champ le plus prospecté. Les connaissances récoltées ont largement été d'ordre technologique avec une acquisition importante de nouvelles connaissances relatives à la production d'énergie.

Les projets P0 et P1 ont débouché sur la réalisation de maquettes fonctionnelles conjuguées avec un dossier d'innovation. En février, le PROJET P2 n'a pas été concrétisé par une maquette mais par un rapport d'innovation détaillant trois concepts de produits ainsi qu'une estimation des ressources nécessaires à leur réalisation.

3. Discussion des résultats de l'expérimentation et perspectives de recherche

Dans cette section, nous proposons de revenir sur les résultats de notre expérimentation. Nous reviendrons tout d'abord étape par étape sur l'expérimentation en mentionnant les facteurs de réussite, les difficultés rencontrées et les recommandations opérationnelles pour améliorer ou se servir d'OPERA. Ensuite, nous reviendrons à un niveau plus général sur OPERA en tant qu'outil de gestion. Pour cela, nous reviendrons notamment sur les différents indicateurs exposés précédemment et mentionnerons les principaux avantages de l'outil OPERA pour piloter la co-exploration.

3.1. Evaluation des étapes de l'expérimentation ENERGIE EN MOBILITE

Dans cette section, nous présentons les résultats d'expérimentation d'OPERA à travers ses cinq étapes ; les résultats sont synthétisés sur le Tableau 27(p.231).

1. étape 1 : L'outil OPERA n'a pas été utilisé par les partenaires pour s'accorder sur le choix du champ d'innovation. Comme nous l'avons expliqué précédemment, la formulation d'ENERGIE EN MOBILITE n'a pas découlé d'un travail de superposition des profils C-K des partenaires mais fait suite à plusieurs réunions stratégiques entre les responsables de chaque entreprise. Le champ d'innovation retenu se révèle au final d'un niveau d'abstraction élevé. Bien qu'une telle formulation permette à chaque partenaire de projeter son propre intérêt, l'inconvénient majeur est qu'il est difficile par la suite de cerner correctement les domaines de connaissances à mobiliser. L'hypothèse, qu'il reste à tester par d'autres cas expérimentaux, est que le travail d'explicitation et de superposition des profils C-K permet une instanciation plus fine du champ d'innovation à prospecter.
2. étape 2 : La seconde étape a été assez courte et facile à réaliser. Le tableau utilisé (cf. p219) nous a été d'une grande utilité pour standardiser les informations et coordonner efficacement nos relations avec les partenaires. Cette étape nous a permis aussi de voir que certains partenaires possédaient plus de connaissances et de concepts sur le sujet que d'autres. Afin de profiter au maximum de la diversité des partenaires, il est intéressant que chaque partenaire puisse consulter ces informations. Cette étape ressemble à l'étape de « purge » que l'on retrouve généralement dans les séances de créativité.
3. étape 3 : L'élaboration des premières partitions est l'étape la plus difficile à réaliser. Nous avons pris le parti de proposer des partitions peu originales mais qui avaient le principal

avantage de couvrir un large spectre. Il nous semble cependant intéressant dans les prochaines expérimentations de définir des concepts de départ plus expansifs afin d'accroître les connaissances nouvelles et d'être plus innovants dans les projets lancés. De plus, nous recommandons que l'amorçage des premiers éléments de l'arbre C-K soit fait par un groupe réduit (3 personnes max.). Afin d'éviter d'éventuelles frustrations de la part des autres participants et leur permettre une meilleure appropriation, nous conseillons d'effectuer plusieurs présentations en montrant clairement comment les connaissances générées dans l'étape 2 sont mobilisées dans les différentes partitions.

4. étape 4 : L'étape 4 nous semble réussie. C'est l'étape qui a été la plus longue (11 mois environ) et sur laquelle les participants se sont le plus impliqués. Un point crucial sur lequel nous souhaitons insister est le fait qu'OPERA n'a pas pour vocation de se substituer aux activités habituelles des concepteurs mais est plutôt un moyen de les héberger. En effet, bien que ces activités soient hétérogènes, leur traduction en termes de concepts et de connaissances permet de confronter les projets en leur donnant un même langage. Par ailleurs, cette étape a permis de générer de nouvelles voies de conception ; ces propositions ont été faites notamment par les décideurs. Le fait de laisser OPERA aux mains des chefs de projets facilite son appropriation et enrichit la construction de l'arborescence ; remarquons quand même qu'une expertise du formalisme C-K est cependant nécessaire pour contrôler la bonne élaboration de l'arbre C-K. Les modifications de l'arbre C-K suite aux mises à jour ne posent pas de réelles difficultés et permettent d'affiner l'arborescence : chaque nouveau concept ou nouvelle connaissance doit trouver sa place dans l'arbre C-K.
5. étape 5 : Enfin, durant l'étape 5, les projets et concepts générés ont été évalués individuellement par les partenaires mais aucune évaluation collective n'a été explicitement rendue sur le champ d'innovation. La proposition d'utiliser les critères de performances citées précédemment (variété, robustesse, valeur...) a été faite après l'expérimentation et mérite donc, selon nous, d'autres expérimentations. Il serait notamment intéressant de pouvoir juger les « taux d'absorption » de chaque partenaire, c'est à dire leur capacité à valoriser les travaux du partenariat dans leur activité interne et inversement, la capacité des partenaires à mobiliser des études de leur R&D dans le partenariat. Pour cela, une solution possible est de comparer les profils C-K initiaux et les profils C-K finaux.

	durée	participation	appréciations globales	Conseils pratiques et points d'amélioration possibles d'OPERA
étape 1 : formuler le champ d'innovation	2 mois	Forte (comité de direction uniquement)	OPERA n'a pas été utilisé car le champ d'innovation a été choisi avant l'expérimentation	- valider l'hypothèse qu'une instrumentation par profil C-K permet de préciser le champ d'innovation
étape 2 : partager des connaissances sur le champ d'innovation	1 mois	forte	Bonne intégration des connaissances des partenaires.	- La fiche proposée p219 permet de gérer correctement cette étape. - amélioration sur le système de partage des fiches entre les partenaires
étape 3 : impulser une direction à l'exploration	1 mois	moyenne	Pas de réelles difficultés à signaler	- Amorçage de l'arbre C-K à faire par petit groupe - bien communiquer sur les premières partitions en faisant le lien avec les connaissances produites durant l'étape 2
étape 4 : conduire les projets et mettre à jour OPERA	11 mois	forte	très bonne intégration des résultats (intermédiaires) des projets	- rendre OPERA facilement accessible à tous - assurer des contrôles ponctuels sur le respect du formalisme C-K
étape 5 : évaluation finale de l'exploration	séance plénière d'une heure	faible	pas de réelle évaluation collective car les critères n'étaient pas encore incorporés à OPERA	- d'autres expérimentations sont nécessaires pour une meilleure prise en compte des critères d'évaluation - évaluer le taux d'absorption des partenaires par une comparaison des profils C-K initiaux/finaux.

Tableau 27. Retour d'expérience sur les étapes de l'expérimentation

3.2. Evaluation générale de l'outil méthodologique OPERA

Nous proposons ici de revenir sur les principaux intérêts de recourir à OPERA. A la page 237, une synthèse finale de l'évaluation de l'expérimentation est précisée. Cette synthèse est basée notamment sur les fonctions d'OPERA exposées précédemment.

3.2.1. Un outil pour rapprocher conception et stratégie

Avant l'expérimentation d'OPERA, les seuls outils de gestion utilisés au sein du MINATEC IDEAs Laboratory se résument aux fiches de reporting des chefs de projets¹⁴¹. Bien que celles-ci permettent de mettre en interaction les décideurs et l'équipe de conception, les fiches de reporting étaient relativement limitées pour gérer entièrement le processus d'innovation du partenariat.

¹⁴¹ Pour remplir une fiche de reporting, les chefs de projets de MINATEC IDEAs Laboratory documentent les 5 éléments suivants : (1) Synthèse des actions passées, (2) Point budget (dépenses, dépassements), (3) Point Planning (avancées, retards, sonnette d'alarme pour le CODIR), (4) Point ressources personnels / prévisions, implication des personnels partenaires, (5) Point prévision, anticipation des actions et difficultés. source : document intranet

Une première raison fondamentale est le cloisonnement qui était opéré entre la réalisation des projets et la stratégie d'innovation du partenariat. Dit autrement, les chefs de projets ne parvenaient pas toujours à apprécier leur contribution vis à vis des enjeux stratégiques du partenariat et inversement, les décideurs ne parvenaient pas facilement à lancer des projets en adéquation avec la stratégie d'innovation escomptée.

Une deuxième limite que l'on peut adresser aux fiches de reporting est le fait que celles-ci placent principalement les décideurs dans une position de passivité : le reporting permet de transmettre des informations aux décideurs. Ces derniers sont généralement informés *a posteriori* de l'avancée des projets, ils visualisent *ex-post* les écarts entre les dépenses réelles et les dépenses prévisionnelles, entre les objectifs initiaux et les objectifs atteints. OPERA permet de donner un rôle accru aux décideurs en leur permettant de proposer de nouvelles partitions et des nouvelles poches de connaissances.

Enfin, la comparaison et l'évaluation des projets par l'intermédiaire des fiches de reporting étaient rarement faites. Mais comment aurait-il pu en être autrement ? Comment comparer des projets aux caractéristiques totalement différentes ? Dans OPERA, le fait que les projets soient traduits en termes de concepts et de connaissances permet une comparaison plus aisée des projets : il est possible d'apprécier le niveau de partitionnement des projets, le choix de trajectoires, les partitions communes à plusieurs projets... Plus important encore, plutôt que de mettre en compétition les projets, l'exploration nécessite plutôt de mettre en synergie les projets : avec OPERA, il est ainsi par exemple possible de spécifier des projets qui profitent mutuellement l'un de l'autre (acquisition d'une connaissance par le projet x et exploitation de cette nouvelle connaissance par le projet y).

D'un point de vue plus général, l'expérimentation d'OPERA nous permet de rendre compte des profonds liens entre la stratégie et la conception. Selon nous, la stratégie d'innovation ne doit pas être séparée des processus de conception, bien au contraire, la stratégie est un acte de conception à part entière et nous avons montré à travers OPERA que les théories de conception pouvaient avoir une contribution déterminante. Comme le souligne (Segrestin, 2008), la stratégie ne relève pas d'une proposition vraie ou fausse, il ne s'agit pas de valider des alternatives suite à des analyses concurrentielles mais bien de les concevoir (Chanal et Tannery, 2005). Du point de vue de la théorie C-K, formuler une stratégie c'est donc bien formuler un concept, c'est-à-dire une proposition indécidable qui appelle un processus de conception.

3.2.2. Réduire les crises de cohésion/coordination par l'instrumentation d'objet-frontière

OPERA est un objet intermédiaire de conception qui permet à des acteurs de se coordonner entre eux et qui favorise d'une certaine manière la cohésion d'équipe (Boujut et Blanco, 2003, Jeantet, Tiger, et al., 1996, Vinck, 2006, Vinck, 2009). Pour être encore plus précis, OPERA est un objet-frontière (Bowker et Star, 1999, Star et Griesemer, 1989) dans le sens où non seulement l'outil circule entre les acteurs mais il contribue à l'articulation entre des mondes sociaux hétérogènes¹⁴². OPERA fait partie de ces objets suffisamment souples pour s'adapter à différents points de vue et suffisamment robustes pour maintenir l'identité de chaque acteur. Selon nous, OPERA permet d'instrumenter deux interactions : OPERA permet de faciliter la coopération entre les partenaires et il permet la coopération entre le comité de direction et l'équipe opérationnelle.

L'interaction entre les partenaires est facilitée dans le sens où OPERA fait ressortir l'identité de chaque partenaire via notamment leur profil C-K. Le fait de pouvoir distinguer les partitions collectives et les partitions individuelles permet d'appréhender l'intérêt de chaque partenaire et d'adapter au mieux l'exploration vis à vis des besoins et des contraintes spécifiques à chaque partenaire. Les partitions individuelles correspondent à cette notion de « frontière » entre les partenaires ; elles symbolisent ce qui différencie les partenaires. Selon nous, OPERA permet, d'une certaine manière, de mieux contrôler la vitesse de partitionnement des projets : les partenaires peuvent se rendre compte jusqu'à quel niveau de détails ils peuvent travailler ensemble et se rendre compte si des projets convergent trop rapidement vers certaines solutions. Les partenaires se sont servis d'OPERA pour rendre l'exploration multi-contextuelle et éviter de privilégier certains partenaires. La nature des partitions n'est pas l'unique élément sur lequel les partenaires dialoguent. Un second élément sur lequel les partenaires se focalisent concerne les poches de connaissances et plus précisément, les technologies investiguées. A MINATEC IDEAS Laboratory, les technologies jouent un rôle fédérateur primordial, l'utilisation d'OPERA amène les partenaires à discuter des fonctionnalités ou encore de contraintes de fonctionnement de ces technologies. D'une manière générale, nous pensons qu'OPERA est utile pour résister à des éclatements trop précoces du collectif (ce qui peut être aisément le cas dans des partenariats transectoriels) en montrant ce qui est commun et ce qui différencie chaque partenaire.

Concernant l'interaction comité de direction/équipe opérationnelle, le fait de partager une représentation de la zone d'exploration a aidé les équipes de conception à mieux comprendre les

¹⁴² Dans cette thèse, nous ne présenterons pas en détail les notions théoriques sous-jacentes aux *objets-frontières* et *objets-intermédiaires* mais nous livrerons directement aux lecteurs les raisons qui nous poussent à les interpréter comme tels. Pour plus d'informations, nous recommandons la lecture du numéro spécial paru dans la revue d'anthropologie des connaissances en 2009 (Vol. 3, n°1).

raisons des changements de trajectoire des projets décidés par le comité de direction. Inversement, OPERA permet aux comités de direction de comprendre les choix de conception qui ont été faits et les difficultés rencontrées par les équipes de conception. Nous retombons ici d'une certaine manière sur les conclusions proposées à la section précédente : OPERA est un point de contact entre deux mondes souvent dissociés, celui de la conception et celui de la stratégie.

3.2.3. Un outil apprécié par les participants

Plusieurs facteurs nous permettent de conclure que l'outil OPERA a été plutôt bien accepté par les participants.

- Premièrement, l'investissement du comité de direction et des équipes de concepteurs a été fort tout au long de l'expérimentation : tous les chefs de projets ont accepté de s'appuyer sur OPERA pour mener à bien leur exploration.
- Depuis cette expérimentation, OPERA est très souvent présenté aux nouveaux entrants et visiteurs du partenariat. Il permet de démontrer les capacités du partenariat à piloter des projets d'innovation complexe et affirme l'intérêt du partenariat pour les processus méthodologiques.
- A la fin de cette expérimentation, le comité de direction a proposé d'utiliser l'outil OPERA pour conduire l'exploration du champ d'innovation 2009 sans qu'aucune autre promotion ne soit faite. Aujourd'hui, l'outil est utilisé par un chef de projet du partenariat pour piloter les nouvelles thématiques du partenariat : THEMA (Territoire Habitat Energie Mobilité Art).
- Trois partenaires sont intéressées par OPERA pour piloter leurs propres projets d'innovation et une entreprise ANONYMOUS COMPANY a stipulé dans la fiche d'objectif d'un de ses chef de projet présent lors de l'expérimentation de mettre en œuvre OPERA en interne et de prévoir un plan de formation sur la théorie C-K. Selon nous, la généralisation d'OPERA dans ce contexte est possible ; dans ces cas, il ne s'agit pas de faciliter la coopération entre différents partenaires mais par exemple entre différents départements d'une entreprise ou entre différents corps de métiers.

3.2.4. Limites de l'outil et perspectives de recherche

De manière générale, une limite qui peut sembler logique mais que nous avons fortement ressentie est la nécessité de maîtriser correctement le formalisme de la théorie C-K. Nous avons pu remarquer que parfois les participants manipulaient OPERA comme une carte heuristique, c'est-à-dire en procédant uniquement par simple analogie et en oubliant les notions essentielles de la théorie C-K (expansion, partition restrictive, règle générative...). Quelques séances de formation sur la théorie C-K serait donc souhaitables avant de mettre en œuvre OPERA.

Une seconde limite que nous pouvons pointer est le travail fastidieux que réclament la description et la mise à jour des profils C-K des partenaires. Le fait qu'il y ait un nombre de partenaires assez important rend ce travail encore plus lourd à réaliser. Pourtant, cette tâche nous semble essentielle pour permettre aux partenaires de mieux visualiser les attentes de chacun et pour que les résultats du partenariat soient mieux valorisés. Cet aspect nécessite donc d'autres expérimentations.

Une troisième limite est la difficulté de représenter graphiquement et de naviguer dans l'arbre C-K ; le temps pris pour rendre lisible l'arborescence C-K est en effet important et à ce niveau un système d'aide à la représentation est nécessaire¹⁴³. De plus, une automatisation pourrait engendrer d'autres fonctionnalités comme la génération automatique de disjonctions sémantiques, la capacité d'alimenter la base K d'OPERA par d'autres systèmes (base d'effets TRIZ, brevets disponibles...) ou encore la proposition instantanée de poches de connaissance à explorer. Certaines recherches sont d'ores et déjà menées dans ce sens (Kazakçi, 2007).

Enfin, il serait intéressant d'expérimenter OPERA sur d'autres cas expérimentaux en changeant son contexte d'utilisation. Dans notre cas, nous avons utilisé OPERA dans un cadre purement exploratoire, (March, 1991) a cependant particulièrement insisté sur le bénéfice tirée par une entreprise qui équilibre ses projets d'exploration et ses projets d'exploitation. OPERA nous semble utile à ce niveau. En effet, il nous semblerait possible de mesurer qualitativement ou quantitativement le ratio exploration/exploitation des portefeuilles de projets d'innovation en recensant les partitions restrictives liées à l'exploitation d'un savoir et les partitions expansives rattachées à l'exploration d'un nouveau savoir. D'un point de vue plus économique, il pourrait être intéressant d'avoir une estimation de l'investissement à réaliser selon les chemins de conception empruntés (cf. les travaux de (Baldwin et Clark, 2004) sur les *options value* en conception modulaire).

¹⁴³ A ce niveau, un projet Open Source est lancé (<http://code.google.com/p/cktools/>, consulté en nov. 09)

Une synthèse de notre évaluation de l'outil OPERA sur l'expérimentation ENERGIE EN MOBILITE est proposée sur la page suivante.

Partie 3. Instrumenter les activités d'exploration collective

Fonctions	Mesure des résultats	Résultat et appréciations globales
F ₁ : Générer des projets d'innovation en profitant de la diversité des partenaires	<ul style="list-style-type: none"> - tous les partenaires ont pu mentionner leurs propres C et K (cf. p219, 227) - récolte de connaissances variées sur les partenaires - quatre projets et une centaine d'idées ont été générés et intégrés à OPERA durant l'exploration - Pour chaque projet : définition du chef de projet, des ressources et des compétences engagées par les partenaires. 	<p><u>(++) Cette fonction a été validée</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → OPERA est un moteur à de nouvelles propositions de projets et d'idées → structuration de l'arbre C-K est suffisamment souple pour s'adapter à l'émergence de nouveaux projets (idées, connaissances...) → la possibilité de générer automatiquement des disjonctions sémantiques à partir des connaissances des partenaires serait un plus.
F ₂ : Gérer le pilotage des projets d'innovation en cartographiant l'exploration	<ul style="list-style-type: none"> - utilisation d'OPERA du début à la fin de l'exploration - expression des concepts et connaissances mobilisés par les projets - nombreuses décisions prises suite à consultation d'OPERA : lancer et réorienter des projets selon les préférences, contrôler la trajectoire des projets... - utilisation d'OPERA par les chefs de projet lors de leurs présentations mensuelles au comité de direction - Investissement fort du comité de direction et des membres opérationnels - Réutilisation future d'OPERA à MINATEC IDEAs Laboratory et chez 3 partenaires 	<p><u>(++) Cette fonction a été validée</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → véritable objet médiateur entre les décideurs et opérationnels. → OPERA permet une description fidèle des projets d'innovation menés et des synergies possibles → un logiciel informatique plus ergonomique et spécifique au formalisme de la théorie C-K serait bénéfique. → courte formation à la théorie conception innovante souhaitable
F ₃ : Maîtriser la cohésion des partenaires durant l'exploration	<ul style="list-style-type: none"> - Les partenaires ont pu entourer et confronter leurs C et K préférés (ex. fort intérêt pour le sous-champ d'innovation (a)). - Orientation de certains projets par rapport aux préférences des partenaires (ex. CYCLES CREATIFS) - notification des droits de préemption sur plus de 50 idées. 	<p><u>(+) Cette fonction a été partiellement validée</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → les partenaires peuvent comparer l'évolution des projets par rapport à leurs attentes → les concepts préemptés par les partenaires sont visibles par tous. → la possibilité de faire des recherches automatiques d'antériorité de brevets serait intéressante.
F ₄ : Faciliter l'absorption des C et K au sein de chaque partenaire	<ul style="list-style-type: none"> - Peu de visibilité sur les concepts et les connaissances valorisés par chaque partenaire dans leur R&D interne 	<p><u>(0) Cette fonction n'a pas été validée</u></p> <ul style="list-style-type: none"> → la mise à jour des profils C-K pour chaque partenaire est fastidieuse. → la possibilité d'évaluer le « taux d'absorption » des partenaires par une comparaison des profils C-K initiaux / finaux pourrait être intéressante.

Figure 86. Synthèse de l'évaluation de l'expérimentation ENERGIE EN MOBILITE par rapport aux fonctionnalités d'OPERA

CONCLUSION ET RESUME DU CHAPITRE VIII

Dans ce chapitre nous avons présenté un outil de pilotage basé sur un système de cartographie particulier : OPERA (Outil de Pilotage d'Exploration, de Représentation et d'Action). Celui vise à assister des partenaires dans leur exploration en contrôlant la génération de concepts et savoirs nouveaux véhiculés par les projets mais aussi les préférences et compétences propres à chaque partenaire. Basé sur le Modèle Matching/Building présenté dans le chapitre précédent, OPERA propose de rendre visible les stratégies de *Matching* et de *Building* (cf. Chapitre VII) en montrant aux partenaires comment évolue l'objet de leur coopération au fur et à mesure des projets et comment les partenaires peuvent s'accorder sur des concepts et connaissances communes.

Ce chapitre détaille les cinq étapes d'utilisation de l'outil OPERA : de la formulation du champ d'innovation à l'évaluation finale de l'exploration par les participants. De plus, ce chapitre présente également les résultats d'une expérimentation d'OPERA menée à MINATEC IDEAs Laboratory en 2008 autour de l'exploration du champ d'innovation ENERGIE EN MOBILITE. Durant une année, OPERA a été utilisé par les partenaires du MINATEC IDEAs Laboratory pour les assister dans le pilotage de quatre projets d'innovation intégrant des activités variées (prototypage, créativité, études d'usage...). Tout au long de leur exploration, les partenaires ont pu élaborer une cartographie détaillée des concepts qu'ils avaient pu explorer (et non explorer) ou encore des connaissances qu'ils avaient pu générer.

De manière générale, l'outil OPERA s'est révélé être un objet-frontière particulièrement efficace pour éviter les divergences d'intérêts entre les partenaires et déceler des *concepts génériques* pertinents pour bâtir des projets d'innovation communs. De plus, l'interprétation de nos résultats nous a amené à rapprocher deux « mondes » trop souvent disjointes : celui des concepteurs et celui des stratèges.

Dans le prochain chapitre, nous présenterons un second outil méthodologique complémentaire qui est basé non plus sur le pilotage de l'exploration mais un niveau encore plus opératoire qui consiste à explorer des nouvelles applications à partir de technologies émergentes : la méthode D4. Outre la présentation détaillée de cette nouvelle méthode de conception créative, nous utiliserons la théorie C-K pour interpréter nos résultats et proposer un nouveau point de vue sur l'exploration technologique.

CHAPITRE IX. CO-EXPLORER DES TECHNOLOGIES EMERGENTES : VERS LE CONCEPT D'IDENTITE TECHNOLOGIQUE

INTRODUCTION ET ORGANISATION DU CHAPITRE IX

Dans le chapitre précédent, nous avons présenté OPERA, un outil d'aide au pilotage de champs d'innovation. Dans ce chapitre IX, nous proposons d'étudier et d'instrumenter une situation d'exploration particulière : l'exploration technologique. Nous souhaitons ici proposer aux organisations coopératives technologiques comme le MINATEC IDEAs Laboratory des moyens d'actions pour explorer collectivement les débouchés possibles de champs technologiques en émergence.

Ce chapitre se décompose en trois sections.

Dans une première section, nous présenterons très succinctement l'enjeu de l'exploration des technologies émergentes pour MINATEC IDEAs Laboratory. Nous verrons que les partenaires sont en face d'une première contrainte qui est de devoir explorer des technologies malgré le fait qu'ils aient des secteurs de marché différents. Nous montrerons également que les outils méthodologiques actuels sont limités pour investiguer des technologies en émergence.

Dans la seconde section, nous présenterons une expérimentation réalisée à MINATEC IDEAs Laboratory sur quatre micro-nanotechnologies du CEA. Notre protocole de recherche s'appuiera ici sur une méthode spécifique existante, la méthode D₄ (Piat, 2005), qui permet d'investiguer de nouvelles fonctions d'usage à partir d'une étude approfondie des propriétés de la technologie. Nous présenterons les résultats de cette expérimentation.

Enfin, nous proposerons une interprétation de nos résultats. Nous verrons que les connaissances mobilisées par les experts sont connectées en permanence à des concepts applicatifs. Ainsi, selon nous, les experts technologies ont recours à des raisonnements de conception. Ce décalage d'analyse, nous permettra d'introduire une nouvelle notion : le concept d'*identité technologique*. Nous verrons que l'exploration d'une technologie émergente consiste à construire l'identité, c'est-à-dire à découvrir ce qu'elle est et ce qu'elle pourrait-être. En se basant sur notre expérimentation, nous décrirons le passage d'une *identité d'emprunt* d'une technologie à la création d'une nouvelle identité technologique.

Publications scientifiques associées au chapitre IX :

* Gillier, T. et Piat, G. (2008). *Co-designing broad scope of technology-based applications in an exploratory partnership*. Xth International Design Conference, Dubrovnik, Croatia, 19th-22th May.

* Gillier, T. et Piat, G. (2008). Beyond the presumed identity of emerging technology : can C-K Theory push technology ahead ?, *Creativity and Innovation Management* (en soumission) ¹⁴⁴

¹⁴⁴ Le titre de l'article et les noms des co-auteurs sont susceptibles d'être modifiés.

PARTIE 3- INSTRUMENTER LES ACTIVITES D'EXPLORATION COLLECTIVE

CHAPITRE VIII.
CARTOGRAPHIER DES CHAMPS
D'INNOVATION POUR PILOTER
LA CO-EXPLORATION

CHAPITRE IX
CO-EXPLORER DES TECHNOLOGIES
EMERGENTES : VERS LE CONCEPT
D'IDENTITE TECHNOLOGIQUE

Articulation du chapitre IX dans la partie 3

CHAPITRE IX. CO-EXPLORER DES TECHNOLOGIES EMERGENTES : VERS LE CONCEPT D'IDENTITE TECHNOLOGIQUE

1. Enjeux et difficultés de l'exploration technologique à MINATEC IDEAs Laboratory
 - 1.1. La technologie comme point de départ de la conception à MINATEC IDEAs Laboratory
 - 1.2. Quels outils méthodologiques pour explorer des technologies émergentes ?
2. Expérimenter la co-exploration sur des projets de micro-nanotechnologies
 - 2.1. Contexte, objectifs de l'expérimentation et indicateurs de résultat
 - 2.2. Présentation du protocole de recherche et des technologies investiguées
 - 2.3. Résultats de l'expérimentation
3. Interprétation des résultats de notre expérimentation : explorer l'identité technologique
 - 3.1. Discours du technologue et raisonnement de conception
 - 3.2. L'exploration d'une technologie en devenir : le concept d'identité technologique
 - 3.3. De la déconstruction de l'identité d'emprunt à l'émergence d'une nouvelle identité : retour sur la technologie de l'électromouillage

CONCLUSION ET RESUME DU CHAPITRE IX
RESUME DE LA PARTIE 3

Sommaire du chapitre IX

1. Enjeux et difficultés de l'exploration technologique à MINATEC IDEAs Laboratory

Dans cette section, nous montrerons en quoi la dimension technologique est un angle d'attaque privilégié par les partenaires de MINATEC IDEAs Laboratory. Nous montrerons également que ces derniers sont face à deux principaux défis : ils doivent explorer ensemble de mêmes technologies sans partager les mêmes finalités économiques ; les outils méthodologiques actuels sont limités pour pouvoir explorer des technologies émergentes.

1.1. La technologie comme point de départ de la conception à MINATEC IDEAs Laboratory

Nous avons largement souligné dans les chapitres précédents l'enjeu fédérateur des micro-nanotechnologies développées par le CEA pour les partenaires du MINATEC IDEAs Laboratory. Ces technologies sont pour la plupart encore aujourd'hui au stade d'émergence, un stade où la Recherche semble indiquer une valeur potentielle mais où les cibles marché et les applications potentielles ne sont pas encore clairement identifiées (Ford et Ryan, 1981):119. Les débouchés des micro-nanotechnologies étant encore assez ouverts, il est encore possible pour les partenaires d'orienter favorablement les travaux de Recherche du CEA et de faire émerger de nouveaux projets de R&D¹⁴⁵. L'objectif pour les partenaires du MINATEC IDEAs Laboratory est de préparer le futur en investiguant différentes options et de se tenir prêts à se lancer dans de nouveaux marchés le temps venu. Pour autant, la question de l'organisation de l'exploration technologique au sein du MINATEC IDEAs Laboratory est problématique. Bien que l'hétérogénéité des connaissances et des marchés des partenaires apparaisse comme bénéfique pour l'innovation, les divergences d'intérêts peuvent être source de conflits sur la manière de conduire l'exploration. Comment les partenaires peuvent-ils explorer une même technologie bien que leurs marchés diffèrent ? (cf. Figure 87)

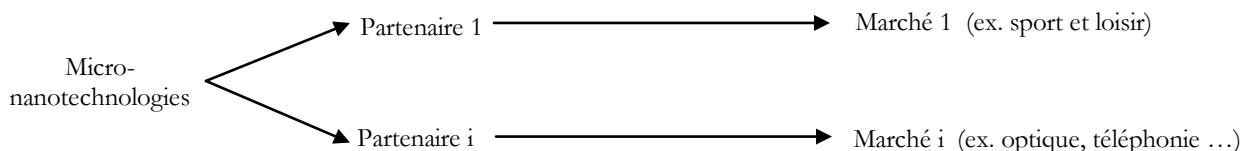


Figure 87. Explorer une même technologie pour plusieurs marchés

¹⁴⁵ Par exemple, nous pouvons citer la Joint-Venture créée entre RENAULT et le CEA sur les batteries électriques en novembre 2009.

1.2. Quels outils méthodologiques pour explorer des technologies émergentes ?

1.2.1. « L'innovation orientée usage » déstabilisée face aux technologies en émergence : ni utilisateurs ni prototypes

La première explication pour comprendre les difficultés à innover à partir des technologies émergentes peut être trouvée dans la littérature sur l'innovation par les usages. Dans ces travaux, l'implication des usagers au cœur du processus de conception est perçue comme une clé de succès essentielle. Bien que cette approche se trouve particulièrement intéressante dans le cas d'exploration d'objet technique (Boullier, 1997), elle se trouve, selon nous, profondément déstabilisée dans le cas des technologies en émergence car il n'existe ni utilisateurs ni véritables prototypes.

En effet, bien que de nombreuses techniques aient été proposées pour définir et hiérarchiser les besoins latents et explicites des utilisateurs (Kano, Seraku, et al., 1984), pour évaluer l'acceptabilité sociale de concepts innovants (Forest, Mallein, et al., 1999), les besoins-clients n'existent pas dans le cas des technologies émergentes et les *lead users* ne sont pas encore identifiables. Dans ce contexte d'émergence, le processus de conception ne peut s'appuyer précisément sur des besoins, problèmes ou comportements d'utilisateurs (Ortt, Langley, et al., 2007). Comment donc explorer ces nouvelles technologies sans référent utilisateur ?

D'autres auteurs ont insisté sur l'utilité des prototypes dans le processus de conception. Ces activités basées sur un processus d'essai/erreur plus ou moins bien maîtrisé (Thomke, 1998) permettent à la fois d'éprouver des concepts nouveaux, de déterminer des usagers potentiels et d'en favoriser la créativité. (Garel et Rosier, 2008b, Veyrat, 2008) insistent d'ailleurs sur l'intérêt de la mise en situation des prototypes par des utilisateurs potentiels pour « produire de nouveaux effets utiles » (Gadrey et Zarifian, 2002) cité par (Garel et Rosier, 2008b). Ces derniers prennent, comme exemple, le cas d'un aspirateur ultra-silencieux et montrent que malgré un coût plus élevé qu'un aspirateur classique, de futurs usagers peuvent être séduits par ce nouveau type d'aspirateur car celui-ci permet d'envisager de nouvelles activités ou de transformer des pratiques existantes telles que « passer l'aspirateur pendant les siestes sans réveiller l'enfant quand on est un jeune couple », « ne pas troubler le repos de personnes âgées dans une maison de retraite », « nettoyer son appartement en semaine le soir à 23 heures de manière à libérer du temps pour le week-end » ou encore de « faire le ménage en écoutant de la musique ou en suivant une émission de radio » (Ibid., p12). Mais comment donc procéder pour explorer une technologie lorsque l'on ne sait pas quels concepts prototyper ? Dans l'hypothèse où quelques premières applications seraient imaginées, le coût de développement d'une filière de micro-nanotechnologie est tellement

prohibitif qu'il est impossible de développer des séries limitées. Comment alors agir sans attendre l'apparition de prototypes ?

1.2.2. Les boîtes à outil de créativité : une vision réductrice de la technologie

La littérature sur la créativité est également mise à mal par les technologies en émergence. En effet, de manière générale, la littérature sur l'ingénierie de la créativité estime que la quantité des idées émises est un gage de succès du processus de génération d'idées. Dit autrement, dans des séances de brainstorming, la probabilité d'obtenir de « bonnes » idées est d'autant plus importante que les idées sont nombreuses (Rietzschel, Nijstad, et al., 2007). Par conséquent, un certain nombre de règles ont été établies pour éviter certains écueils et accroître la productivité durant les séances de créativité (Osborn, 1953). Parmi ces règles, deux d'entre-elles permettent de mieux comprendre le dénigrement des technologies par les outils de créativité classiques. La première règle est que tous les participants doivent pouvoir participer à la production d'idées. Autant dire, un vocabulaire relativement commun et des connaissances d'ordre générales sont généralement préférées aux discussions techniques pointues. La seconde règle stipule que les aspects de faisabilité, dont la faisabilité technique notamment, ne doivent pas être abordés durant la phase créative. La faisabilité technique est suspectée d'une certaine manière d'inhiber la génération d'idées. Le point de vue technique est ici clairement rejeté, il est considéré comme un élément de critique nuisible et comme le prône (Osborn, 1953) : "criticism is ruled out". La technologie est donc généralement vue comme un moyen de réduire le domaine des possibles, ce qui est strictement contraire aux finalités des séances de créativité. Les éléments techniques sont plutôt utilisés dans les phases d'évaluation des idées : ils sont généralement des critères pour choisir les idées à développer parmi l'abondance des idées. Dit plus clairement, la technologie sert ici à concrétiser les idées mais pas réellement à en avoir ! Mais comment faire pour que le MINATEC IDEAs Laboratory¹⁴⁶ tire parti du potentiel créatif des micro-nanotechnologies ?

1.2.3. Explorer une technologie émergente : un espace délaissé au profit des seuls technologues ?

Très peu d'outils méthodologiques proposent d'incorporer en leur sein des inputs technologiques. Il existe cependant deux exceptions majeures : la méthode TRIZ de résolution de problèmes inventifs (Altshuller, Shulyak, et al., 1999) et la méthode Delphi (Linstone et Turoff, 1975). Dans ces méthodes, la dimension technologique est très présente et nécessite, par la même, des compétences techniques importantes. La méthode Delphi vise à atteindre un consensus sur les

¹⁴⁶ La même question se pose pour les entreprises dont la rentabilité économique est directement dépendante de la technologie (ex. AIR LIQUIDE, ARCELOR-MITAL, CEA, TOTAL ...).

scénarios futurs d'une technologie à partir d'un protocole particulier qui permet de recueillir les avis d'un panel d'experts. Cette méthode est généralement mixée avec des réunions techniques où des applications possibles sont présentées. Quant à TRIZ (Savransky, 2000), pour résumer rapidement, cette méthode systématique se fonde sur l'exploitation d'une base importante de brevets pour trouver des solutions anciennes pour résoudre des problèmes nouveaux. La technologie est vue comme un moyen de résoudre des contradictions à partir de principes inventifs. Mais, quels sont les « problèmes » à résoudre pour une technologie en émergence ? Comment traduire des besoins en contradictions alors que ces besoins sont absents ? Plus largement, doit-on réserver l'exploration des technologies aux seuls experts ?

2. Expérimenter la co-exploration sur des projets de micro-nanotechnologies

2.1. Contexte, objectifs de l'expérimentation et indicateurs de résultat

L'expérimentation que nous présentons dans ce chapitre est basée sur quatre projets exploratoires menés à MINATEC IDEAs Laboratory entre novembre 2007 et avril 2008 sur des micro-nanotechnologies. Pour chacun de ces quatre projets, nous avons confronté des experts technologiques du CEA avec des industriels qui ne connaissaient *a priori* pas (ou peu) ces technologies. Chaque technologie a fait l'objet d'une séance spécifique d'une journée que M.PIAT et moi-même animions. A chacune des séances, une douzaine de personnes aux profils variés (ingénieur, sociologue, marketteur, designers industriels, artistes...) a été réunie ; chaque partenaire était représenté au moins par deux personnes. Toutes les séances ont été enregistrées et filmées. Quelques semaines après l'expérimentation, un questionnaire individuel a été soumis aux participants par envoi électronique (cf. Annexe 10, p.294).

Cette expérimentation avait deux objectifs complémentaires :

- objectif 1 : Ces explorations avaient pour objectif de permettre aux industriels et aux experts de dégager ensemble de nouveaux axes de Recherche possibles pour la technologie et d'appuyer ces nouveaux programmes de Recherche par des applications prometteuses.
- objectif 2 : Les partenaires partageant une volonté commune d'explorer les micro-nanotechnologies, ces projets étaient aussi un prétexte pour étudier un dispositif méthodologique permettant aux partenaires d'investiguer des champs d'innovation technologiques communs malgré la diversité de leurs business.

Le Tableau 28 ci-dessous synthétise ces objectifs ainsi que les différents indicateurs de résultats qui nous permettrons d'évaluer l'expérimentation.

Objectifs	Quelques indicateurs de résultats
Déterminer de nouveaux axes de recherche pour les technologies investiguées	<ul style="list-style-type: none"> - nombre d'idées générées - nombre de brevets déposés suite aux séances - nombre de projets lancés suite aux séances - originalité des propositions - ...
Concevoir une méthode collective permettant de co-explorer des technologies	<ul style="list-style-type: none"> - degré de cohérence de la méthode dans le processus industriel - appréciations et degré d'appropriation de la méthode par les participants - intensité de la coopération entre partenaires durant les séances - nombre de partenaires présents durant les séances - niveau d'accessibilité de la méthode aux profils des participants - niveau de compréhension de la technologie par les participants - niveau d'adéquation des idées avec les marchés des partenaires - ...

Tableau 28. Synthèse des objectifs de l'expérimentation et quelques indicateurs de résultats

2.2. Présentation du protocole de recherche et des technologies investiguées

2.2.1. Présentation générale du protocole expérimental

Pour réaliser cette expérimentation, nous nous sommes appuyés sur une méthode particulière, la méthode D₄ (Piat, 2005), qui avait été expérimentée empiriquement à quelques reprises seulement sur des projets internes à EDF R&D. La méthode D₄ (Gillier et Piat, 2008, Piat, 2005) est basée sur les quatre étapes suivantes (cf. Figure 88) :

- D₁/Déconstruction : Les experts technologiques sont les acteurs centraux de cette étape. Celle-ci vise à décrire la phénoménologie de la technologie à travers ses propriétés (quelles soient physiques, chimiques, mécaniques, électroniques...) ainsi que ses principaux domaines d'applications. Les experts vont décrire la structure de la technologie et ses principes de fonctionnement. Dans le même temps, les industriels essaient de se représenter les technologies investiguées en soumettant des questions à l'expert. L'objectif de cette étape est de détailler au maximum la technologie étudiée. La présentation de l'expert est libre (diaporama de présentations, documents, films, prototypes si possible...).
- D₂/Déclinaison : Cette étape consiste à recenser des fonctions d'usage possibles à associer à la technologie, c'est à dire dans quelles circonstances et dans quel but est (ou pourrait-être) employé la technologie. Celles-ci peuvent-être obtenues en combinant des

propriétés exprimées dans l'étape précédente¹⁴⁷ (cf. cas illustratif de l'électromouillage, p.254).

- D₃/Destination : Durant cette étape, nous imaginons, à partir des fonctions d'usage, des applications possibles à un ou plusieurs domaines d'activités (sport, domotique, surveillance et protection...). Cette étape est équivalente à des séances de brainstorming plus conventionnelles ; un travail en groupe de trois à quatre personnes peut être intéressant pour améliorer la qualité des échanges.
- D₄/Décision : Dans cette dernière étape, les idées sont passées une à une au crible de l'expert et des partenaires industriels, il s'agit de donner une première évaluation sur la qualité de l'idée ainsi que son adéquation avec la technologie étudiée. Plutôt que d'émettre un avis définitif sur les idées, il s'agit surtout de consolider les idées en exprimant en quoi cette idée est originale vis-à-vis des applications actuelles de la technologie et pour qui et en quoi cette idée pourrait-avoir une valeur. Concernant la robustesse de l'idée, deux principales questions sont posées : Quelles modifications doivent-êtré apportées à la technologie pour réaliser cette idée ? Existe-t-il aujourd'hui des technologies plus appropriées ? Cette dernière étape pointe ainsi de nouveaux axes de recherche possibles.

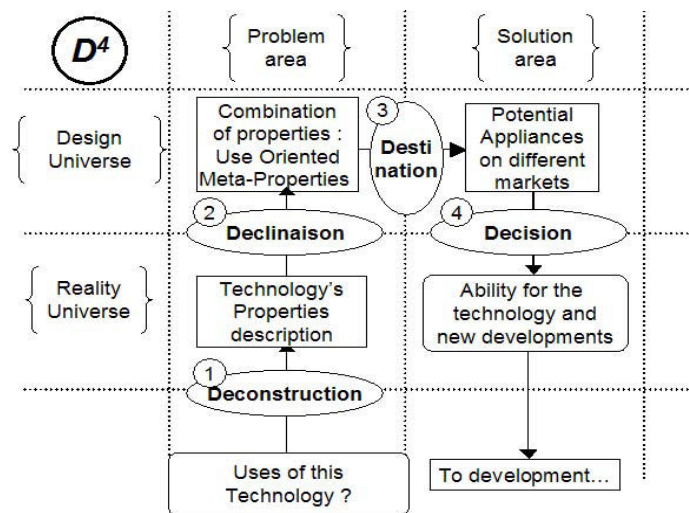


Figure 88. Les étapes de la méthode D₄ (Piat, 2005)

¹⁴⁷ Un peu à l'image des matrices de découverte.

2.2.2. Présentation des quatre micro-nanotechnologies

Quatre technologies ont été investiguées : l'électromouillage (techno. #1), les nanotubes de carbone (techno. #2), Managy (techno. #3) et le Bouton Poussoir (techno. #4) (cf. Tableau 29). Ces quatre technologies font toutes aujourd'hui l'objet de recherches par les laboratoires du CEA.

Technologie	Technologies et systèmes explorés	Domaines
#1	Electromouillage	Microfluidique
#2	Nanotubes de carbone	Nanomatériaux
#3	Managy	Intelligence Ambiante
#4	Bouton-poussoir	Production d'énergie

Tableau 29. Les quatre technologies explorées

2.2.2.1. Choix des technologies expérimentées

Les technologies traitées durant cette expérimentation sont toutes des technologies développées par le CEA et largement accessibles aux partenaires du MINATEC IDEAs Laboratory. Elles ont été choisies à travers un éventail d'autres technologies pour plusieurs raisons.

La première raison est qu'elles sont toutes considérées comme étant au stade de leur émergence. L'électromouillage, les nanotubes de carbone et Managy sont encore au cœur des laboratoires de Recherche du CEA, leurs performances techniques et les prototypes sont encore à l'étude. Pour le Bouton-poussoir, la situation est un petit peu différente. Bien que la loi de Lenz sur laquelle repose le Bouton-poussoir soit connue depuis le XIX^{ème} et que la technologie ne relève pas de véritables défis technologiques, ses applications commerciales peinent aujourd'hui encore à exister.

La seconde raison est plus contextuelle, ce sont des technologies qui apparaissaient intéressantes à prospecter vis-à-vis des thématiques du partenariat à savoir l'affichage, l'énergie, la mobilité...

Enfin, cette expérimentation permettait aussi de considérer les technologies sous leurs différents aspects : l'électromouillage et le bouton poussoir sont bâtis principalement sur des lois physiques (respectivement sur les lois de tension superficielle et sur les lois de l'électromagnétisme), Managy correspond à un assemblage de fonctions différentes et les nanotubes de carbone modifient les caractéristiques des matériaux auxquels ils sont intégrés.

2.2.2.2. Une technologie de microfluidique : l'électromouillage

L'électromouillage est un dispositif qui permet de manipuler de petites quantités de liquide (goutte de quelques microns) déposées sur une électrode recouverte d'une fine couche de matériau diélectrique hydrophobe (cf. Figure 89). L'application d'un champ électrique permettant de diminuer l'angle de contact entre la goutte et la surface, la goutte est alors soulevée au dessus de la couche. En réalisant un réseau d'électrodes mises sous tension séquentiellement, il est ainsi

possible de déplacer la goutte d'une électrode à l'autre (Fouillet, 2007, Pollack, Shendorov, et al., 2002).

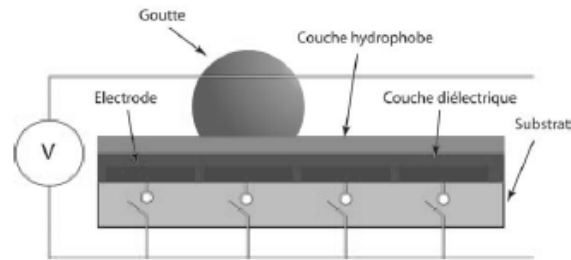


Figure 89. Principe du déplacement d'une goutte de liquide dans un dispositif d'électromouillage. (Borella, 2006):194

Ces micro-dispositifs connaissent un essor croissant ces dernières années. Introduit en 90 par (Manz, Graber, et al., 1990), l'application majeure des dispositifs d'électromouillage est le développement des "lab-on-chips", véritable laboratoires d'analyses miniaturisés sur puce permettant de réaliser différents protocoles biologiques (analyse sanguine, mélange de réactifs chimiques, réalisation de dosages de précision, séparation moléculaires...) (cf. Figure 90). Parallèlement à ces développements en biologie, la société Varioptic® utilise le principe de l'électromouillage pour fabriquer des lentilles optiques capable d'accroître les performances des zooms autofocus des appareils photo numériques. Enfin, tout récemment, la société hollandaise, Liquavista®, s'est lancée dans la fabrication d'écran pour téléphone portable et autres appareils nomades, l'électromouillage étant ici intéressant pour sa faible consommation énergétique.

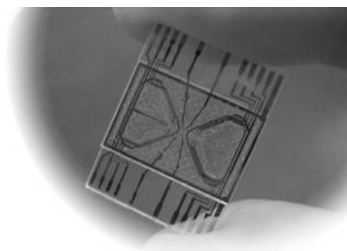


Figure 90. Lab-on-chip

2.2.2.3. Vers des nouveaux matériaux : les nanotubes de carbones

Les nanotubes de carbone sont des molécules de carbones cylindriques appartenant à la famille des fullerènes. D'un point de vue mécanique, ils présentent à la fois une excellente rigidité, comparable à celle de l'acier, tout en étant extrêmement léger. Ils sont ainsi des substituts parfaits des fibres de carbone et sont d'ores et déjà intégrés à différents matériels sportifs (raquettes de

tennis, vélo, kayak...). Les nanotubes de carbone ont des propriétés de conductivité électrique meilleures que le diamant et 70 fois supérieures au silicium. Le secteur de l'affichage est un des nombreux débouchés possibles : en 2005, Motorola proposait par exemple l'écran NED (Nanotube Electroluminescent Display) grâce à la synthèse de nanotubes directement sur le verre grâce à un catalyseur ; « cette technique assure une qualité d'affichage comparable à celle du tube cathodique classique et pourrait être facilement adapté à la fabrication d'écrans de plus de 42 pouces, plus résistants et moins coûteux que les écrans plasmas et LCD actuels » (d'après le site Internet Futurama¹⁴⁸). Enfin, les nanotubes de carbone offrent des propriétés optiques (absorption de lumière maximum), des propriétés chimiques ou encore thermiques aux performances remarquables. Aujourd'hui, les procédés de fabrication des nanotubes de carbone sont encore optimisables (peu de contrôle sur la longueur des nanotubes, difficulté à orienter correctement les nanotubes...) et leur possible toxicité impose une certaine prudence à leurs égards.

2.2.2.4. Managy : un système de micro-capteurs intelligents

Managy est une puce qui intègre différentes briques technologiques (cf. Figure 91). C'est une puce autonome en énergie qui intègre toutes sortes de capteurs, ces données pouvant-être par la suite transmises à distance. Managy devrait permettre à terme d'être intégré à des produits existants pour offrir de nouvelles fonctionnalités (information sur l'adhérence des pneus à la route, système de surveillance des ailes d'avion, chaussures électroniques...). Les domaines de la téléphonie, de l'automobile ou encore de l'aéronautique sont ciblés mais les applications restent encore à être précisées. A l'heure actuelle, Managy est encore en cours de recherche au CEA.

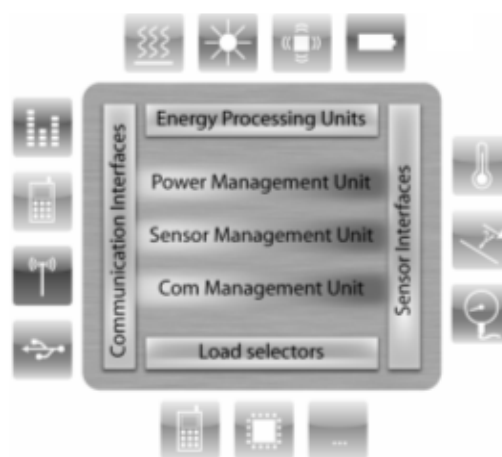


Figure 91. Managy : nœud de capteurs autonomes (source : CEA)

¹⁴⁸http://www.futura-sciences.com/fr/news/t/high-tech-4/d/nouveau-procede-dutilisation-des-nanotubes-pour-les-ecrans-plats_6251/ (consulté en novembre 09)

2.2.2.5. Technologie de récupération d'énergie : le Bouton-poussoir

« Le bouton poussoir (cf. Figure 92) est un système de récupération d'énergie mécanique dont le principe est basé sur la loi de Lenz. Il utilise une bobine et un aimant mobile pour convertir de l'énergie mécanique en énergie électrique. Une action mécanique sur le bouton permet de générer et stocker une énergie électrique puis d'alimenter un circuit électrique basse consommation comme par exemple un thermomètre, notamment grâce au design de l'aimant qui permet de maximiser l'énergie récupérable pour un très petit déplacement (environ 3 mm). Le rendement de conversion de l'énergie mécanique vers l'énergie électrique est très élevé : pour un appui "rapide" sur le bouton, l'énergie récupérée vaut 4.5mJ et le rendement obtenu est alors de 36%. A terme, le bouton poussoir autonome, pourra par exemple être intégré dans une télécommande sans pile » (source CEA).



Figure 92. Le bouton poussoir (crédit photographique CEA)

2.3. Résultats de l'expérimentation

Au total, l'expérimentation a été menée avec 35 personnes différentes et 26 d'entre elles ont répondu au questionnaire. Excepté un sondé, la totalité des répondants a déclaré être satisfait des expérimentations réalisées et prêt à retenter l'expérience. La synthèse globale des résultats est disponible à la fin de ce paragraphe (Tableau 33, p257).

Nous proposons tout d'abord de présenter les résultats en reprenant les 4 étapes de notre protocole de Recherche (cf. synthèse du Tableau 32, p256).

- D₁ : Déconstruction

La première étape a généré entre 14 et 36 propriétés selon les technologies (cf. Tableau 30 pour des exemples de propriétés). Nous recommandons de supporter les discussions entre les experts et les industriels par une check-list de propriétés établie auparavant. Cette étape a été appréciée par les participants car elle permet aux partenaires d'obtenir un bon niveau de connaissance de la technologie. Le fait que le Bouton-poussoir ait été présenté par le biais d'un prototype a provoqué des réactions contrastées chez les participants, le prototype permettant d'un côté de

bien comprendre la technologie mais malheureusement aussi de fixer l'attention sur certaines fonctions (appuyer sur le bouton pour mettre en œuvre le dispositif...). Les participants pensent toutefois que pour que la méthode D₄ soit facilement utilisable dans un processus industriel et que le dialogue entre les experts et le public s'instaure, il est nécessaire que les animateurs aient des connaissances scientifiques solides.

	techno. #1 : Electromouillage
P ₁	Permet le déplacement et la manipulation de liquides
P ₂	Permet le guidage dans toutes les directions
P ₃	Permet de déplacer d'un « pas » en 10 à 100 ms
P ₄	Peut fonctionner avec des gouttes ≥ 10 microns
P ₅	Peut fonctionner dans une large plage de températures $0 < T < 100^\circ\text{C}$
P ₆	Ne génère pas de perturbation mécanique
P ₇	Peut éventuellement fonctionner avec des flaques
P ₈	Peut déplacer des liquides assez visqueux
P ₉	Permet de déplacer de l'alcool
P ₁₀	Permet de distribuer des gouttes

Tableau 30. Liste de dix propriétés recensées pour l'électromouillage

- D₂ : Déclinaison

La seconde étape est la plus délicate à effectuer. Le croisement des propriétés entres-elles nécessitent une certaine pratique (cf. Tableau 31). Nous conseillons de revoir le déroulement temporel de la méthodologie en allouant une (demi-) journée à la production des fonctions d'usage. Le procédé de combinaison pose encore un certain nombre d'interrogations. Il est statistiquement évident que l'on ne peut pas prendre en compte toute les combinaisons de propriétés possibles, le « choix » des propriétés à combiner est aujourd'hui assez intuitif : des recherches supplémentaires sont donc nécessaires pour spécifier les critères de choix adéquats¹⁴⁹. Cependant, cette étape est aussi l'étape clé du processus dans le sens où les concepts qui vont émerger par la suite sont directement liés aux fonctions d'usage repérées. D'ailleurs, l'électromouillage (techno. #1) qui a été attestée comme la plus intéressante du point de vue de la qualité des idées émises est aussi celle où les fonctions d'usage produites sont les plus créatives. Enfin, au niveau du processus de coopération, pour un partenariat transectoriels, la détermination des fonctions d'usage symbolise clairement le passage entre une forme de coopération communautaire à une forme plus complémentaire (Dameron, 2000). En effet, contrairement à la

¹⁴⁹ A ce sujet, nous avons pu remarquer que certaines propriétés disposaient d'un "potentiel créatif" plus important que d'autres vis-à-vis de la production des fonctions d'usages. Une voie de recherche pourrait donc être, par exemple, de déterminer et de catégoriser plus finement la nature des propriétés à privilégier dans le choix des combinaisons.

troisième étape (cf. paragraphe suivant), les deux premières étapes ne dépendent pas des marchés des partenaires, le travail d'exploration peut se faire collectivement.

	Phrases construites avec les combinaisons de propriétés	Fonctions d'usage possibles
F ₁ : P ₁ +P ₅ +P ₇	On peut étaler un liquide sur une surface dans une plage de T° assez large	Refroidir une surface/Réchauffer une surface
F ₂ : P ₁ +P ₄ +P ₈ +P ₁₀	On peut diffuser des microgouttes d'un liquide visqueux et les étaler plus ou moins	Modifier une adhérence
F ₃ : P ₁ +P ₂ +P ₉	On peut déplacer délicatement des liquides, tel l'alcool, sur des surfaces	Nettoyer une surface fragile et/ou difficile d'accès
F ₄ : P ₁ +P ₂ +P ₃	On peut déplacer des volumes à divers endroits d'une surface	Modifier une répartition de poids
F ₅ : ...	Léger et peu énergivore, le dispositif de déplacement de gouttes s'emporte facilement	Distribuer des gouttes, des gouttelettes ou du fluide dans une situation de mobilité
F ₆ : ...	On peut aussi bien, électriquement, provoquer des déformations d'une surface que les détecter	Rendre une surface sensible - Mesurer courbure locale - Détecter un emplacement déformé et, en corollaire, indiquer une position optimale
F ₇ : ...	On peut déformer différents liquides non miscibles sous différents types de surface (dont des surfaces transparentes)	Modifier propriétés optiques (réflexion, réfraction)
F ₈ : ...	On peut modifier la taille, la répartition de différents liquides plus ou moins visqueux	Modifier propriétés mécaniques d'une surface (créer relief, rugosité, ramollir, durcir)
F ₉ : ...	On peut rassembler en un même endroit des liquides réactifs différents	Provoquer une réaction chimique à un endroit donné (couleur, froid, chaud)
F ₁₀ : ...	On peut détecter des changements de forme et de pression en un point de la surface	Détecter une réaction ayant eu lieu quelque part, sur une surface.

Tableau 31. Exemple de dix fonctions orientées usage recensés pour l'électromouillage

- D₃ : Destination

Dans la troisième étape, chaque partenaire va recentrer son attention sur ses intérêts propres en cherchant des concepts concernant son propre business à partir des fonctions d'usage. Cette observation n'exclut pas non plus que les partenaires soient répartis dans les sous-groupes ; un participant remarque d'ailleurs que le fait de partir de fonctions d'usage permet une mixité partenariale qui serait plus difficile à atteindre si l'on partait de problématiques plus générales : « le rebond interentreprises sur des mêmes fonctions techniques de base est plus « acceptable » que le rebond sur la base d'une problématique unique qui restreint l'exercice généralement sur un partenaire. » (source : questionnaire) Quelques participants conseillent toutefois de bien veiller à ce que les partenaires s'accordent à l'avance sur la manière de répartir les droits de Propriété Industrielle.

L'originalité des idées est jugée assez satisfaisante par les participants et les idées assez bien adaptées aux métiers des partenaires. Les participants ont remarqué certaines différences avec des séances de brainstorming plus conventionnelles. Généralement, les participants étaient plutôt

habitues à partir d'une problématique très générale (ex. comment recharger mes produits rapidement ? Comment puis-je améliorer ma vie en ville ?) pour imaginer de nouvelles fonctions à des produits existants ou totalement nouveaux. Ici, les participants remarquent une démarche inversée « On part d'une technologie et on doit trouver des champs de problématiques qui correspondent. Dans les séances de créativité « classiques » le champ des fonctions est à inventer dans un « champ » d'une problématique qui contraint l'exercice... enfin il me semble ! ». Les participants ont l'impression d'être « plus orientés, plus pris en main », d'avoir « moins de liberté quant au moment de production des idées, d'être plus guidé ». Au total, 87 idées ont été produites, une nouvelle application a été brevetée et trois projets ont été lancés par la suite au sein de MINATEC IDEAs Laboratory.

- D₄ : Décision

Enfin, la dernière étape a permis une confrontation directe entre les idées et les technologies prospectées ; les idées ont été classées selon leur degré de faisabilité à court, moyen et long terme. Nous préconisons l'emploi d'outils d'évaluation qui favorisent les échanges en groupe comme « l'avocat de l'ange »¹⁵⁰ plutôt que des outils cloisonnant les expertises tels que l'analyse multicritères. Dans l'expérimentation sur le Bouton-poussoir, un dessinateur industriel a été intégré à la séance afin de donner une première forme aux idées. Selon nous, ces illustrations ont permis des réponses plus précises de la part de l'expert.

¹⁵⁰ L'avocat de l'ange est une technique qui vise à "faire l'éloge" d'une idée en faisant ressortir ce qui fait la valeur de l'idée (apport par rapport la concurrence, apport pour l'entreprise...), cette technique permet de faire progresser la réflexion collective.

Le tableau suivant propose une synthèse de l'évaluation de la méthode D₄ selon ses étapes :

	Durée	Niveau de production selon les technologies	Appréciations globales et points d'amélioration possibles
D ₁ -Déconstruction	50 minutes environ	#1 : 36 propriétés #2 : 14 propriétés #3 : 23 propriétés #4 : 21 propriétés TOTAL : 94 propriétés	- cette étape permet d'obtenir un bon niveau de connaissance sur la technologie - check-list conseillée - il est conseillé que les animateurs aient des connaissances scientifiques solides
D ₂ -Déclinaison	70 minutes environ	#1 : 10 fonctions d'usage #2 : 17 fonctions d'usage #3 : 17 fonctions d'usage #4 : 22 fonctions d'usage TOTAL : 66 fonctions d'usage	- étape la plus délicate à réaliser - revoir le déroulement de la séance et la durée de cette étape - recherches supplémentaires nécessaires pour choisir les propriétés à combiner
D ₃ -Destination	80 minutes environ	#1 : 31 idées #2 : 19 idées #3 : 13 idées #4 : 24 idées TOTAL : 87 idées	- étape similaire aux séances de créativité classiques - possibilité de faire des sous-groupes selon les entreprises
D ₄ -Décision	35 minutes environ	évaluation de la faisabilité et du potentiel des 87 idées	- les outils d'évaluation favorisant les échanges tels que l'avocat de l'ange sont conseillés - l'illustration des idées en direct est conseillée

Tableau 32. Synthèse de l'évaluation de l'expérimentation par étape

Le tableau de la page suivante est une synthèse des résultats de l'expérimentation (cf. Tableau 33). Il permet de valider que ce protocole expérimental a bien permis aux participants de dégager de nouvelles voies de recherches pour les technologies investiguées et que cette méthode permet aux participants de travailler ensemble sur un processus d'exploration malgré des cibles de marché divergents.

Dans la prochaine section, nous proposerons d'interpréter les résultats de notre expérimentation par la théorie C-K. Nous verrons que celle-ci permet de décrire finement le processus d'exploration qui a eu lieu durant les différentes séances de cette expérimentation et nous insisterons sur une dimension essentielle de l'exploration des nouvelles technologies : le concept *d'identité technologique*.

Partie 3. Instrumenter les activités d'exploration collective

Objectifs	Quelques indicateurs de résultats	Mesure des résultats	Evaluation finale et remarques
Déterminer de nouveaux axes de recherche pour les technologies investiguées	- nombre d'idées générées suite aux séances	87 idées	(++) Cet objectif est validé → Les résultats opérationnels obtenus sont très satisfaisant. → La méthode permet notamment de reconsidérer l'étendu des applications de la technologie
	- nombre de projets lancés suite aux séances	3 projets de R&D lancés	
	- originalité des propositions : « Comment jugez-vous l'originalité des idées produites ? »*	très original (11%) assez original (74%) peu original (15%)	
	- nombre de brevets déposés suite aux séances	1 brevet déposé	
Concevoir une méthode collective permettant de co-explorer des technologies	- niveau d'adéquation des idées avec les marchés des partenaires : « Les idées générées concernaient-elles les différents marchés des partenaires ? » *	plutôt oui (58%) plutôt non (19%) ne se prononce pas (23%)	(++) Cet objectif est validé → La méthode permet à des participants hétérogènes (différents métiers, différents secteurs de marché) d'étudier ensemble une même technologie. → La fin de la phase D ₂ est phase critique vis-à-vis de la coopération : à partir de cet instant, les participants peuvent, s'ils le souhaitent, travailler indépendamment des uns et des autres et se recentrer sur leur propre business. → La phase D ₂ nécessite encore aujourd'hui une certaine expertise. Des travaux de recherches sont nécessaires pour en faciliter son appropriation.
	- degré de cohérence de la méthode dans un processus industriel : « La méthode D4 peut-elle s'intégrer dans un processus industriel ? » *	oui, facilement (32 %) peut-être (59 %) non, difficilement (4 %) ne se prononce pas (5 %)	
	- appréciation de la méthode par les participants : « Seriez-vous prêt à retenter l'expérience ? » *	plutôt oui (96%) plutôt non (4%)	
	- degré d'appropriation de la méthode	- Méthodologie réutilisée prochainement au sein de MINATEC IDEAs Laboratory. - Méthode utilisée avec succès par PETZL en 2009 (spécialiste de nouveaux produits d'alpinisme) sans notre intervention	
	- niveau de compréhension de la technologie par les participants : « Avez-vous mieux compris la technologie étudiée ? » *	plutôt oui (81%) plutôt non (11%) ne se prononce pas (8%)	
	- nombre de partenaires présents durant les séances	- Tous les partenaires présents à MINATEC IDEAs Laboratory entre novembre 2007 et avril 2008 ont participé aux séances - 35 personnes différentes ont participé aux séances	
	- intensité de la coopération entre partenaires durant les séances	coopération forte durant chacune des 4 étapes (remarque : chaque partenaire peut s'investir plus précisément sur ses propres cibles de marché durant la phase 3)	

* source : questionnaire électronique

Tableau 33. Synthèse de l'évaluation de l'expérimentation sur les quatre technologies investiguées

3. Interprétation des résultats de notre expérimentation : explorer l'identité technologique

3.1. Discours du technologue et raisonnement de conception

Pour chacune des quatre technologies, nous avons pu observer que, de manière générale, les experts présentaient leur technologie en faisant constamment référence à des applications existantes ou à des applications ciblées. Dès leur naissance, les technologies sont tout de suite « vêtues » d'applications.

Ce constat est flagrant pour l'expérimentation de l'électromouillage avec l'emploi répétitif de l'application de la lab-on chip et des écrans : « on va manipuler des liquides pour faire des lab-on-chip », « chaque goutte peut être manipulée individuellement les unes des autres comme une micro-pompe », « on a fait des tests sur des puces biologiques, a priori, on arrive à déplacer tout liquide conducteur », « pour l'instant, le déplacement de la goutte est rectiligne parce que nos applications le nécessitaient mais le déplacement peut se faire en courbure », « l'électromouillage est une technologie durable, d'ailleurs pour les applications optiques, le but c'est bien que cela dure longtemps »...

Pour l'expérimentation Managy, l'expert présente les constituants de la technologie Managy en la comparant aux étiquettes RFID (Radio Frequency IDentification) actuelles : « à l'origine de Managy, on peut partir des étiquettes RFID qui permettent de récupérer de l'énergie et de transmettre des informations. Au lieu de juste donner les références de l'objet, on s'est dit que l'on pourrait rajouter des capteurs pour pouvoir décrire une situation: donner la température, la pression, l'accélération », « par rapport à la RFID, nous rajoutons une batterie », « Pour la RFID, la portée de transmission c'est quelques dizaines de centimètres, là, on peut communiquer à plusieurs mètres »...

Concernant le Bouton-poussoir, l'expert focalise son discours sur l'utilité de la technologie pour des petits dispositifs à usage intermittent : « l'énergie récupérée est très faible, elle permet seulement d'éclairer une diode », « on intègre le Bouton-poussoir à une télécommande, pour envoyer un signal », « le dispositif est léger, nomade, on l'utilise par exemple pour alimenter un petit capteur de température »...

Pour les nanotubes de carbone, l'expert exprime les propriétés des nanotubes de carbone en justifiant leurs répercussions sur des matériaux comme les polymères : « associer de nouvelles fonctionnalités aux polymères : donner des propriétés électriques, thermiques meilleures »...

Les experts ne délivrent pas tout azimut des poches de connaissances mais ordonnent leurs discours par un couple *<propriétés de la technologie, applications existantes ou ciblées>*. Notre analyse précise ici un point de distinction qui nous semble fondamental entre le travail des scientifiques et celui des technologues. Contrairement à ce que l'on peut remarquer dans les discours des scientifiques, les technologues ne présentent pas uniquement des structures de connaissances mais ils connectent en permanence leurs connaissances à un ou plusieurs espaces conceptuels de référence symbolisés par des applications. Les technologues ne décrivent pas l'état du monde mais un mode de transformation du monde, ils décrivent la technologie comme un moyen de « changer une situation existante en une situation préférée » (Simon, 2004) : , ce qui définit en soi un travail de conception. Selon nous, *le raisonnement des experts technologues est un raisonnement de conception* que nous proposons de décoder en nous appuyant sur la théorie de conception C-K (cf. Figure 93). Selon nous, explorer une technologie consiste à savoir ce qu'est, et, ce que pourrait être la technologie : c'est-à-dire à construire son identité ! Nous proposons dans le paragraphe suivant de définir plus précisément un résultat central de notre recherche : le concept *d'identité technologique* (Gillier, Piat, et al., 2010).

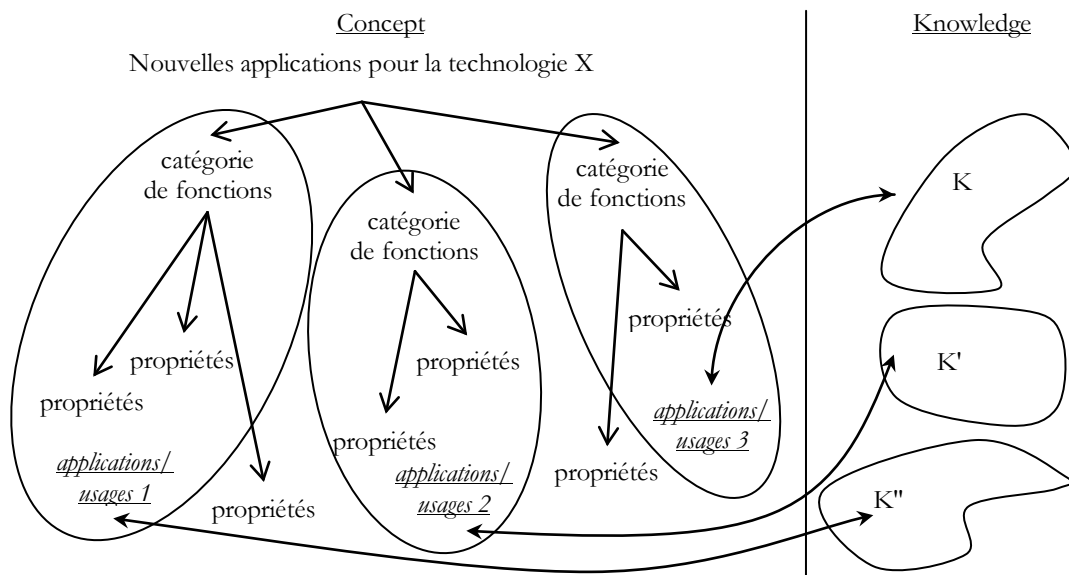


Figure 93. La technologie appréhendée par les raisonnements de conception C-K

3.2. L'exploration d'une technologie en devenir : le concept d'*identité technologique*

Dans la littérature sur l'innovation, le concept d'identité reste peu explicité. Parmi les travaux portant sur le sujet, les études se portent de manière générale plutôt sur l'identité des objets techniques (Faulkner et Runde, 2009, Hatchuel, 2006, Le Masson, Weil, et al., 2006), c'est-à-dire sur les applications générées par la technologie plutôt que sur les briques technologiques elles-mêmes. Ainsi, (Veyrat, 2008) propose de rendre compte du processus d'exploration des lunettes informatives et délaisse celui des technologies LCD, (Faulkner et Runde, 2009) montrent les transformations de l'identité des platines tourne-disques en véritable instrument de musique pour DJ mais ne s'intéressent pas aux technologies de lecture ou encore de régulation de vitesse. Dans notre cas, comme les applications ne sont pas connues à l'avance, l'exploration ne peut pas se porter sur l'identité des objets techniques qui en seraient issus mais bien des technologies elles-mêmes. Dans nos recherches, explorer une technologie revêt donc un caractère particulier : il s'agit pour nous de comprendre et instrumenter la formation de l'identité d'une technologie émergente, c'est-à-dire une identité *en cours d'élaboration*.

Les travaux sur l'analyse des objets techniques nous permettent néanmoins de qualifier davantage les éléments auxquels nous devons nous intéresser pour étudier l'identité d'une technologie. (Faulkner et Runde, 2009) insistent sur deux principaux éléments à prendre en compte : la forme physique de l'objet, c'est-à-dire la structure sous laquelle il apparaît et les fonctions de l'objet, c'est-à-dire la manière dont est utilisé l'objet. Le subtil point de vue de François Sigaut nous paraît ici intéressant. Dans un article intitulé Un couteau ne sert pas à couper, mais en coupant, (Sigaut, 1991) insiste sur la confusion persistante entre fonction et fonctionnement. Après une étude archéologique sur les couteaux, l'auteur affirme l'impossibilité de remonter directement de la structure de l'objet à sa fonction sans une prise en compte des principes de fonctionnement¹⁵¹. Selon l'auteur, « couper » n'est pas une fonction mais une catégorie de fonctionnement qui regroupe plusieurs objets sans véritable liens tels que le coupe-papier, le rasoir, cutter, le couteau de boucher... Ce qui le pousse à affirmer que « c'est en cherchant à quoi le couteau sert exactement qu'on aura des chances de comprendre comment il coupe, et donc pourquoi il est ce qu'il est » (Ibid. p31), d'où l'emploi du gérondif : un couteau ne sert pas à couper, mais *en coupant*.

Dans notre cas, cette distinction nous paraît intéressante dans la mesure où elle replace la technologie dans une perspective systémique. Par analogie avec le concept d'identité des objets

¹⁵¹ Sur ce point, les travaux de (Sigaut, 1991) et (Gero, 2000) semblent converger. Ce dernier proposant un modèle permettant de décrire (l'identité) d'un objet en prenant en considération la Fonction, la Structure et le comportement (Behavior) c'est-à-dire la manière dont les fonctions de l'objet sont mises en pratique par les utilisateurs.

techniques, nous retiendrons donc trois éléments à prendre en compte pour comprendre ce que peut être l'identité d'une technologie (cf. Figure 94) :

1. leurs propriétés structurelles : dans notre cas, il s'agit des propriétés phénoménologiques qui donnent « la forme » de la technologie comme ses propriétés physico-chimiques (taille, poids, volume, lois physiques, puissances énergétiques consommées, style de l'objet...), les procédés de fabrication nécessaires, ses qualités environnementales (nocivité, biodégradabilité...) ou encore des données d'ordre économique (prix de revient, prix de vente...).
2. leurs catégories de fonctionnement : ce mode correspond donc à leurs modes d'actions, à ce que les technologies font et comment elles fonctionnent.
3. leurs fonctions d'usage : il s'agit de préciser l'ensemble des finalités pour lesquelles les technologies sont mises en œuvre, de déterminer notamment dans quelles circonstances et dans quel but est (ou pourrait-être) employé la technologie. L'idée est de prendre en compte l'ensemble du contexte sociotechnique et de saisir la valeur de la technologie.

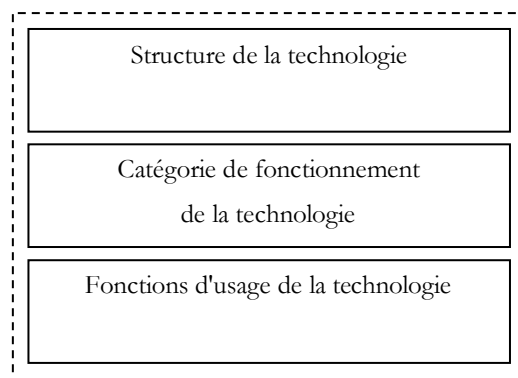


Figure 94. Les constituants d'une identité technologique

Après avoir précisé les contours du concept d'identité technologique, nous proposons de revenir plus précisément sur les résultats obtenus sur la technologie de l'électromouillage (techno. #1). Nous essaierons dans le paragraphe suivant de décrire comment l'expert perçoit sa technologie en début de séance et comment notre protocole de recherche a permis petit à petit de proposer une nouvelle identité à cette technologie.

3.3. De la déconstruction de l'*identité d'emprunt* à l'émergence d'une nouvelle identité : retour sur la technologie de l'électromouillage

Bien que la technologie de l'électromouillage soit en émergence, que des incertitudes demeurent, cette technologie se donne à voir sous *une identité d'emprunt*¹⁵² (Gillier, Piat, *et al.*, 2010). Durant la première étape de l'expérimentation, la phase de déconstruction, l'expert va présenter cette identité d'emprunt. La contrainte de temps limitant d'une certaine mesure leur présentation, les experts vont présenter les propriétés qui apparaissent pour eux fondatrices de l'identité de leur technologie. La théorie C-K est ici intéressante car elle nous permet de voir que les experts vont expliciter leur technologie comme *une solution de conception* particulière. L'expert décrit la technologie comme un concept, il présente une séquence d'actions c'est-à-dire une suite d'attributs de l'espace C ! Chaque attribut venant ici mobiliser des poches de connaissances particulières ! L'identité d'emprunt d'une technologie permet à l'expert de remettre en ordre un archipel de connaissances hétérogènes. Par exemple, l'expert va dire que l'on peut faire des analyses microbiologiques par électromouillage (concept de départ), en appliquant un champ électrique (propriété 1), ce qui va permettre de déplacer des gouttes (propriété 2) de x mm (propriété 3) pour faire des réactions chimiques (propriété 4)... L'identité d'emprunt de la technologie correspond en fait à une solution de conception, c'est-à-dire à une suite de propriétés qui permet de valider des concepts particuliers.

Le débat qui a lieu entre l'expert et les participants durant la phase de déconstruction permet aussi de constater que certaines propriétés ont été implicites ou totalement omises par l'expert. Certaines de ces propriétés, provoquent parfois un certain effet de surprise chez l'expert : « déplacer des bulles de savon ? Cela devrait marcher, on peut déjà déplacer des bulles dans un liquide, après déplacer des bulles seulement, il faut voir, si elle n'éclate pas, pourquoi pas » ou encore « déplacer un liquide aussi visqueux que le miel ? Cela pourrait marcher mais très très très lentement ». Les propositions du public permettent également de désigner des propriétés que l'expert n'utilisait plus vraiment mais dont il en a le souvenir : « j'ai déjà vu des choses comme cela, je crois que c'était chez Alcatel-Lucent ». L'expert peut se montrer hésitant et ne pas assurer la validité d'une proposition en l'état de ses connaissances actuelles : « cela n'a jamais été fait mais a priori déplacer des grandes flaques cela doit-être possible, il faut vérifier » ou bien encore « on peut imaginer des dalles avec plein d'électrodes, cela aura sûrement des contraintes de fabrication énormes, mais c'est imaginable. »

¹⁵² Le terme *identité d'emprunt* a été initialement proposé par Armand Hatchuel lors d'une discussion. Nous le remercions pour cette suggestion perspicace.

Nous interprétons ces événements comme le fait que les experts présentent leur technologie via des espaces conceptuels et des espaces de connaissances particuliers, les experts semblent subir un certain effet de fixation (Jansson et Smith, 1991, Purcell et Gero, 1996). La phase de déconstruction va permettre de connaître les chemins conceptuels préférés de l'expert, de restaurer des connaissances initialement masquées par ces chemins (réactivation de connaissances existantes) et de pointer de nouvelles propriétés (cf. Figure 95, p.263).

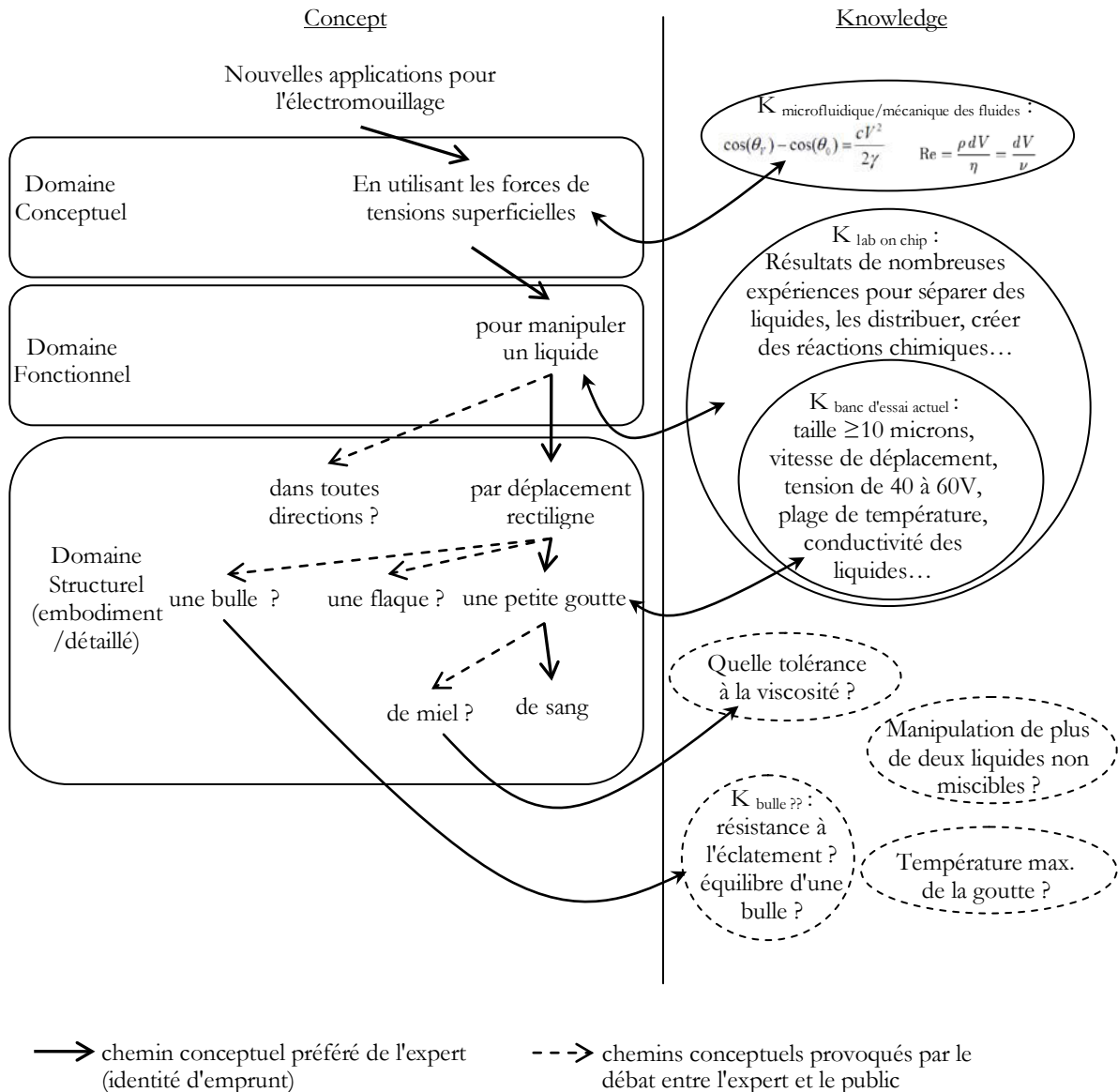


Figure 95. Déconstruction de l'identité d'emprunt de l'électromouillage

A partir de la deuxième étape de la méthode D₄, l'identité de la technologie commence petit à petit à être reconstruite. Le groupe de travail déplace son attention non plus sur les propriétés de la technologie mais sur le domaine fonctionnel de la technologie. Nous observons deux possibilités pour s'engager dans une reconstruction du domaine des fonctions :

- (1) soit de nouvelles fonctionnalités de l'électromouillage émergent par la combinaison de propriétés techniques (cf. Figure 96). L'association de deux connaissances techniques va provoquer des disjonctions sémantiques. Le fait d'avoir déconstruit la technologie permet notamment de combiner des propriétés qui avaient été initialement omises par l'expert. C'est le cas par exemple d'un participant qui propose d'utiliser l'électromouillage dans le secteur du verre : « si je combine le fait que l'électromouillage permet la cohabitation entre deux phases non miscibles et le fait que la surface peut être grande, j'obtiens une fonction qui consisterait à modifier les propriétés optiques comme la réflexion. Je pense par exemple au vitrage. En fonction du soleil, j'opacifie le vitrage en mettant plus ou moins de gouttes, j'empêche ainsi à la lumière plus ou moins de rentrer ». L'expert réfléchit à haute voix et statue « bon, alors là, on est sur des films minces à manipuler, il y a sûrement des trucs possibles à faire ». Un autre participant s'engouffre directement dans l'expansion conceptuelle provoquée par cette nouvelle fonction : « ton idée me donne une autre idée, si on incorpore des nanocristaux dans la goutte, peut-être que l'on peut parvenir à changer la couleur de la goutte et faire une vitre colorée ? ». C'est aussi le cas d'un participant qui émet la proposition suivante : « si on combine « déplacer une goutte » et « le liquide peut être visqueux » on obtient une fonction qui est « modifier une adhérence » ». Ou encore, « tu peux faire déplacer deux liquides, les faire se rencontrer pour que ça fasse une réaction chimique, par exemple cela peut gonfler à certains endroits ou encore provoquer une explosion. Cela pourrait-être intéressant pour faire des petites détonations à des endroits difficiles d'accès comme dans les airbags par exemple. »

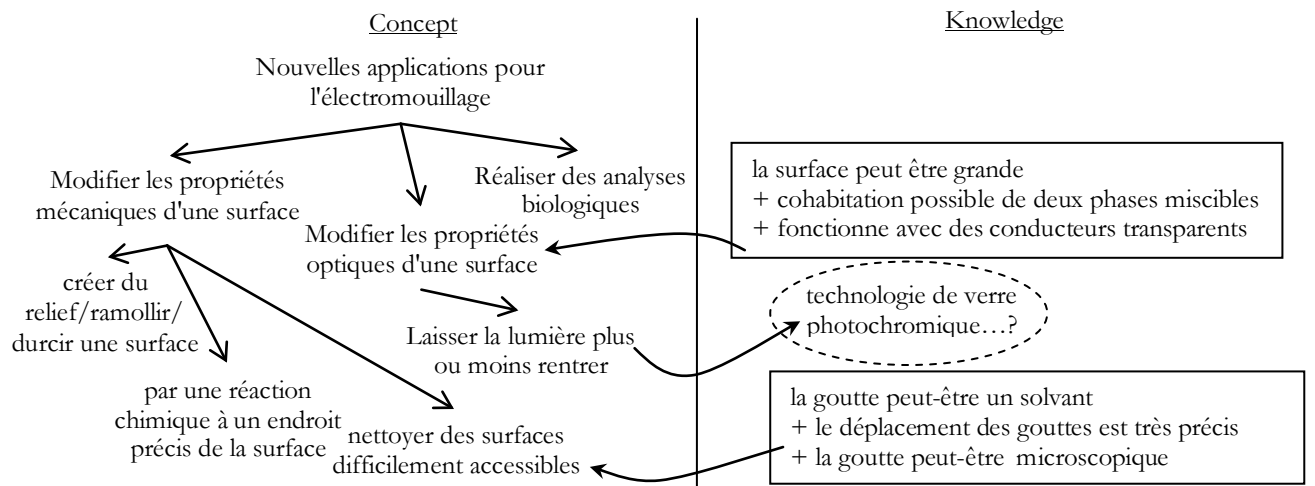


Figure 96. Reconstruction de l'identité de l'électromouillage par des disjonctions sémantiques d'ordre technique

(2) soit de nouvelles fonctions émergent par la proposition de nouveaux concepts de produits, ces nouvelles fonctions naissent alors d'une connaissance usage (cf. Figure 97). Ici, l'expansion est produite par un « bombardement » de connaissance usage. C'est le cas, par exemple, d'un membre de ROSSIGNOL qui propose l'idée d'un vêtement intelligent où l'électromouillage permettrait ainsi de capter les formes d'un individu : « si tu mets une bandelette avec un dispositif électromouillage sur ton coude [...] tes gouttes, elles sont plus moins déformées, non ? », l'expert devine lui-même la suite de l'idée : « ah effectivement, tu dois pouvoir remonter à la courbure locale [...] l'électromouillage pourrait alors permettre de capter les formes de quelqu'un ou d'un objet ». C'est aussi le cas d'un autre industriel qui propose d'utiliser l'électromouillage pour un humidificateur d'air ; le participant propose : « Est-ce que l'on peut imaginer extraire des gouttes dans l'air ? ». L'expert répond : « ça oui, c'est imaginable ». Le participant poursuit : « On pourrait donc créer un humidificateur d'air qui contrôlerait la diffusion des gouttes dans l'atmosphère selon l'hygrométrie de la pièce, on aurait alors une régulation parfaite de l'hygrométrie ».

Ou encore, l'idée d'un nouveau ski : « Est-ce que l'on peut améliorer la glisse d'une surface sur une autre en contrôlant le film d'eau, par exemple pour améliorer la glisse d'un ski ? Parce que si sous le ski tu peux mettre des électrodes qui contrôlent la mouillabilité... »

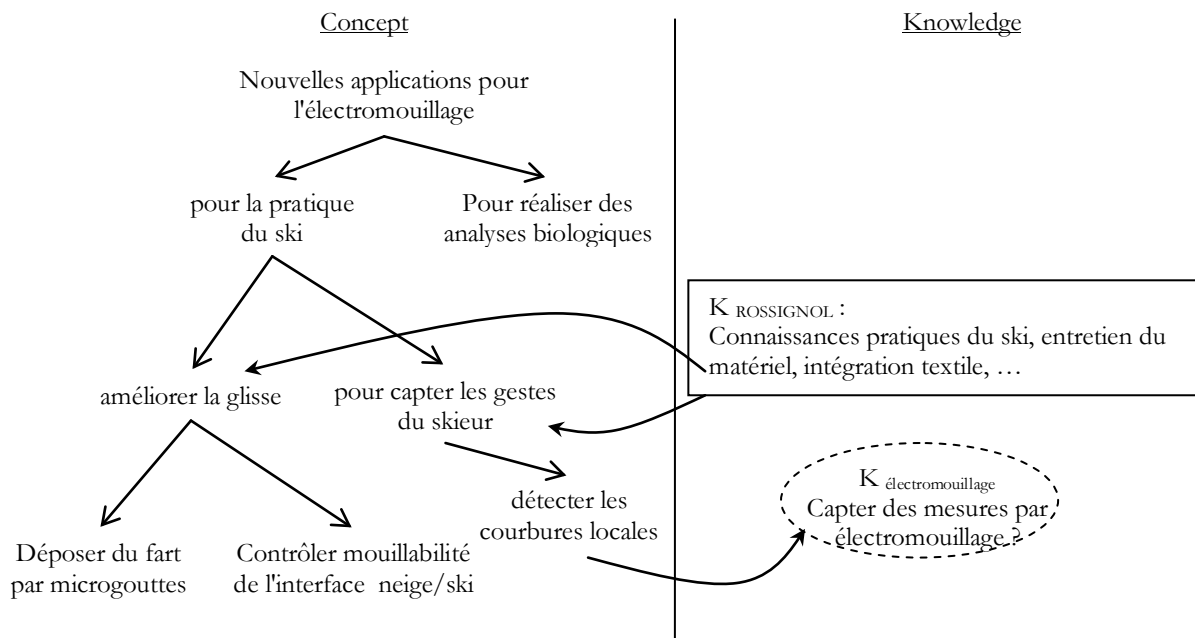


Figure 97. Reconstruction de l'identité de l'électromouillage par des disjonctions sémantiques d'ordre usage

Tous ces exemples montrent bien que l'identité de la technologie telle qu'elle était considérée et présentée au départ par l'expert est reconsidérée. L'espace conceptuel de la technologie est petit à petit reconstruit. L'émergence de nouveaux attributs (nouvelles fonctionnalités, nouvelles propriétés...) permet à la technologie de revêtir une identité nouvelle. Cette reconstruction de l'identité de la technologie permet de constater les limites actuelles de l'expert en termes de concepts et de connaissances. Certaines propositions émanant des participants obtiennent tout de suite un statut logique par l'expert : « cela pourrait marcher s'il y a une interface, s'il y a des milliards de gouttelettes, cela peut marcher mais si toute la surface est entièrement mouillée, c'est pas possible »; d'autres propositions demeurent dans l'espace des concepts car elles sont indécidables vis-à-vis des connaissances de l'expert : « ça dépend, j'ai pas envie de dire non mais je sais pas, il faut voir ».

A titre illustratif, toujours pour le cas de l'électromouillage, nous avons pu constater au moins deux éléments qui mettent à mal l'identité d'emprunt de l'électromouillage, ce sont deux éléments qui permettent de se représenter différemment la technologie et qui ouvrent vers de nouveaux champs applicatifs :

1. Inversion du principe de fonctionnement de l'électromouillage

A l'origine, la technologie de l'électromouillage est présentée comme un moyen de déplacer une goutte à partir de l'application d'un champ électrique. C'est la génération de tension électrique (phénomène créateur) qui va permettre de modifier les caractéristiques physiques de la goutte pour la déplacer (phénomène créé). Durant l'expérimentation, les participants proposent une nouvelle représentation de l'électromouillage « en inversant » ce processus. En effet, un certain nombre de concepts proposés reposent sur le principe que ce sont des modifications de caractéristiques physiques de la goutte (phénomène créateur) qui entraînent une modification électrique (phénomène créé). Dans cette nouvelle représentation, l'électromouillage pourrait devenir en quelque sorte un capteur. Par exemple, un capteur de pression : le fait d'appliquer une pression sur le dispositif va entraîner un étalement de la goutte, cet étalement pourrait être détecté par une mesure capacitive. La proposition du concept « l'électromouillage est un capteur de pression » interroge de nouvelles poches de connaissances qui n'étaient pas soupçonnées au préalable : Que sait-on des capteurs de pression ? L'électromouillage présente-t-il des avantages par rapport à ces technologies ? Existe-t-il déjà des brevets utilisant l'électromouillage dans cette finalité ?...

2. L'électromouillage pour des macro-applications

Le phénomène de l'électromouillage étant de nature microscopique, les applications jusqu'alors prospectées étaient le plus souvent des micro-applications (lab-on-chip, lentilles optiques...). Après l'expérimentation, l'électromouillage se positionne comme une technologie qui pourrait avoir une dimension macroscopique, ses effets pourraient être visible à l'œil humain¹⁵³. Par exemple, le fait de déplacer « une flaque de gouttes » plutôt qu'une microgoutte élargit considérablement le champ des applications possibles ; des applications commerciales pour le grand public peuvent par exemple être prospectées.

¹⁵³ Il faut reconnaître quand même que cette migration des "micro-applications" vers des "macro-applications" était déjà opérée (mais peut-être pas repérée) par les applications existantes comme les affichages.

CONCLUSION ET RESUME DU CHAPITRE IX

Dans ce chapitre, nous avons présenté une situation d'exploration particulière : l'exploration technologique en phase d'émergence. Nous avons montré que la littérature en innovation était relativement déstabilisée. En effet, face à des technologies en émergence, le courant de l'innovation par les usages se trouve désorienté par l'absence à la fois de prototypes et d'utilisateurs potentiels, le courant de la créativité restreint la technologie comme un moyen de convergence mais admet beaucoup de difficultés pour l'utiliser comme une véritable source de création. Comment faire alors pour imaginer des applications à partir de technologies balbutiantes ? Peut-on collectivement explorer une technologie ou faut-il laisser cette responsabilité aux seuls experts technologues ?

Nous proposons ensuite une expérimentation réalisée à MINATEC IDEAs Laboratory sur quatre nanotechnologies et micro-systèmes : la technologie microfluidique de l'électromouillage, les nanotubes de carbone, le système de capteurs intelligents Managy et un dispositif de récupération d'énergie, le Bouton-poussoir. A partir d'un outil méthodologique existant, la méthode D_4 , nous proposons d'investiguer l'identité de ces technologies, c'est-à-dire ce qu'elles sont et ce qu'elles pourraient-être, et d'étudier comment l'identité d'une technologie se façonne au cours du processus d'exploration. L'analyse du discours des experts nous permet de remarquer que l'étude d'une technologie relève fondamentalement de problématiques liées aux raisonnements de conception. A partir de ce point, nous utilisons la théorie C-K pour interpréter nos résultats expérimentaux. Nous voyons tout d'abord que la technologie revêt premièrement *une identité d'emprunt*. Les technologues vont présenter une suite d'attributs de l'espace des concepts et vont connecter ces attributs à certaines poches de savoirs limitées. La déconstruction des propriétés de la technologie permet de rendre visible l'identité d'emprunt et ainsi de connaître les concepts et connaissances qui ont été explorés de manière dominante. Le principe combinatoire de la méthode D_4 nous a permis ensuite de défier l'identité d'emprunt des technologies proposé par les experts en allant explorer de nouveaux espaces conceptuels et en proposant une nouvelle identité pour la technologie.

RESUME DE LA PARTIE 3

Après avoir proposé un modèle théorique expliquant la génération de projets d'innovation en coopération et illustré son utilité pour comprendre le cas MINATEC IDEAs Laboratory (cf. Chapitre VII), nous avons proposé, dans cette troisième et dernière partie de thèse, de présenter de nouveaux dispositifs permettant d'instrumenter les situations d'exploration.

Le chapitre VIII s'est porté sur la gestion des champs d'innovation dans des partenariats interentreprises. La diversité des partenaires ainsi que la diversité des projets d'exploration menés nécessitent de nouvelles manières de piloter l'innovation. Il s'agit de mener efficacement des projets d'exploration pour déterminer des concepts innovants tout en assurant la cohésion des différentes parties prenantes. Alors que la théorie C-K est de plus en plus employée par les chercheurs pour expliquer l'innovation, sa traduction opérationnelle restait encore à être précisée. Dans ce chapitre VIII, nous avons proposé l'outil méthodologique OPERA (Outil de Pilotage d'Exploration, de Représentation et d'Action), un outil basé sur la théorie C-K, qui permet de cartographier les concepts et les connaissances convoqués par les projets ainsi que les espaces encore inexplorés. Cet outil a été expérimenté sur un champ d'innovation, ENERGIE EN MOBILITE. Il a été utilisé par les membres du comité de direction de MINATEC IDEAs Laboratory ainsi que par ses membres opérationnels pendant une année environ.

Dans le chapitre IX, notre regard s'est focalisé sur les technologies. Nous avons souhaité ici proposer une manière d'investiguer des technologies en émergence. Encore à l'état naissant, ces nouvelles technologies stimulent l'imaginaire des concepteurs et sont sources d'innovations parfois radicales. Ces promesses technologiques sont des raisons majeures de créations d'accords inter-partenaires ; le cas de MINATEC IDEAs Laboratory en est une parfaite illustration. Cependant, le fait que ces technologies soient en émergence pose question : Comment faire pour innover à partir d'une technologie alors que ni les futurs utilisateurs ni les prototypes à réaliser ne sont connus et que leur compréhension est réservée aux seuls spécialistes ? Comment peut-on explorer ces technologies émergentes à plusieurs ?

Nous avons alors proposé d'étudier quatre nouvelles technologies et proposé un protocole expérimental basé sur une méthode existante, la méthode D₄. L'originalité de cette méthode est de décomposer les propriétés des technologies pour en générer de nouvelles fonctions d'usage et de nouvelles opportunités commerciales. Après avoir présenté les résultats ainsi que son utilité dans des partenariats transectoriels, nous avons souhaité aller plus loin dans la compréhension du

processus d'exploration technologique. Nous avons remarqué que technologie et applications étaient en fait indissociables. Alors même que l'ensemble des applications finales de ces technologies n'est pas connu, dès leur naissance, les technologies sont associées à des fragments d'applications. Les discours des experts technologues, durant notre expérimentation, nous le prouvent : ces derniers présentent non pas des briques de connaissances aléatoires mais les structurent à partir de concepts d'applications ! Par conséquent, travailler sur une technologie émergente correspond, selon nous, à travailler sur les raisonnements de conception : nous avons choisi de mobiliser alors la théorie C-K. En prenant l'exemple de la technologie microfluidique de l'électromouillage, nous avons montré que l'expert donnait à la technologie *une identité d'emprunt*. L'expert présente une succession d'attributs de l'espace C et active les connaissances sous-jacentes. La méthode D_4 permet de déconstruire cette identité d'emprunt et de détecter les domaines préférentiels de l'expert pour ainsi mieux les déstabiliser. Les combinaisons de propriétés proposées par la méthode D_4 permettent alors de proposer de nouvelles fonctions à la technologie, de réaliser de nouvelles partitions expansives et d'attribuer ainsi une nouvelle identité à la technologie.

CONCLUSION GENERALE

CHAPITRE X. CONCLUSION ET PERSPECTIVES DE RECHERCHE

Cette recherche a été principalement initiée par l'observation des organisations contemporaines à ouvrir leur portefeuille partenarial à d'autres secteurs industriels afin de coopérer sur des objets de plus en plus transversaux et innovants. Parmi ces différentes initiatives, les travaux de (Segrestin, 2003) ont permis de mettre en exergue une forme particulière de coopération : les partenariats d'exploration. Ils sont un moyen, pour des partenaires, de partir en reconnaissance de nouveaux champs d'action et de générer de nouvelles propositions d'offres innovantes. A la différence des partenariats plus traditionnels comme les accords de co-développement, ces coopérations innovantes prennent place dans un contexte de forte incertitude où il ne s'agit pas de développer des produits innovants finaux mais plutôt d'investir de nouveaux champs d'innovation en construisant au fur et à mesure les concepts innovants et les connaissances nécessaires. (Segrestin, 2003) montre une particularité déterminante des partenariats d'exploration : leurs membres s'engagent dans leur coopération sans connaître exactement la nature de leur coopération.

Pour comprendre les mécanismes fondamentaux ainsi que l'intérêt et les obstacles de ces partenariats, nous avons étudié en profondeur un cas extrêmement original : MINATEC IDEAs Laboratory. La surprenante composition partenariale de MINATEC IDEAs Laboratory interrogeait, tout d'abord, la capacité de ses membres à s'engager collectivement sur des projets d'innovation : comment des partenaires aux profils aussi nombreux que contrastés peuvent-ils s'accorder sur les projets à lancer ? Par ailleurs, la nature technologique du partenariat, représenté emblématiquement par les micro-nanotechnologies du CEA, mettait également au défi les membres de MINATEC IDEAs Laboratory dans leur capacité à piloter des projets fortement incertains et innovants. La question posée était alors la suivante : comment organiser l'exploration des possibilités applicatives des micro-nanotechnologies ?

Au niveau théorique, ces différentes interrogations nécessitaient *in fine* de recentrer notre attention sur une condition axiomatique de l'action collective (Barnard, 1968) : les objets de coopération. Il s'agissait dans cette recherche de comprendre comment des objectifs communs pouvaient émerger entre des partenaires et comment ces intérêts pouvaient évoluer et être maîtrisés au fur et à mesure des projets lancés. Alors que les recherches de B. Segrestin témoignent des répercussions problématiques de l'instabilité de l'objet de coopération sur les modalités du travail collectif (difficulté à diviser le travail, crise de confiance entre partenaires...)

(Segrestin, 2003), les mécanismes de définition des objets de coopération restaient encore à découvrir.

Nous nous sommes donc attachés dans cette recherche à rendre compte de la génération des objets de coopération. Si la littérature reconnaît que les objets de coopération sont plus ou moins implicites, plus ou moins tangibles selon les coopérations, peu d'études portent sur le processus de définition des objets de coopération. Comment un objectif devient-il partagé ? Existe-t-il des étapes ? Ne serait-ce qu'une affaire de sérendipité ou l'aboutissement d'une planification stratégique ? Pour comprendre comment l'objet d'une coopération est élaboré, nous avons besoin de le décrire, de disposer d'un langage particulier permettant de modéliser son émergence et son évolution progressive. Nous nous sommes tournés vers les théories de conception (Braha et Reich, 2003, Gero, 1990, Hatchuel, 2001, Pahl et Beitz, 2007, Simon, 2004, Suh, 1990, Yoshikawa, 1981). Après avoir comparé plusieurs de ces théories, nous avons retenu la théorie qui nous apparaissait la plus générale pour comprendre le contexte d'innovation : la théorie de conception C-K (Hatchuel et Weil, 1999, Hatchuel et Weil, 2002a, Hatchuel et Weil, 2002b).

Pour conclure, nous rappellerons dans ce dernier chapitre les principaux résultats auxquels nous sommes parvenus.

Nous présenterons, dans un premier temps, les enseignements théoriques de cette thèse. Nous avons montré que la génération des objets de coopération pouvait se modéliser par la théorie de conception C-K (Hatchuel, 2001, Hatchuel et Weil, 2002a, Hatchuel et Weil, 2002b, Hatchuel et Weil, 2003). En ancrant la théorie C-K dans des situations de coopération, nous avons montré, à travers notre étude de cas, qu'il était possible de proposer une théorie permettant de prendre en compte les co-raisonnements de conception. Cette théorie, le Modèle Matching/Building, permet d'expliquer dans quelles conditions et par quels mécanismes des intérêts entre différents partenaires pouvaient converger et comment l'exploration collective amenait chacun des partenaires à réviser ses propres savoirs et ses propres espaces conceptuels.

Puis, nous exposerons notre apport managérial. Le Modèle Matching/Building nous a permis de proposer des instruments de gestions ad-hoc permettant de faciliter la génération de la coopération dans des contextes de hautes technologies.

Enfin, nous concluons cette recherche en mentionnant des perspectives de recherche possibles à nos travaux.

1. Enseignements théoriques pour comprendre la genèse des projets de coopération : l'apport des co-raisonnements de conception

Afin de mieux appréhender les mécanismes cognitifs à l'œuvre durant les processus de coopération en innovation, nous avons introduit une notion particulière : le *profil C-K*. Celui-ci permet de définir l'identité d'un partenaire à partir de la description de son espace C (désirs de nouveaux produits, problèmes que l'entreprise souhaiterait résoudre,...) et de son espace K (compétences, expertises, technologies, études existantes...). Pour modéliser la manière dont les partenaires interagissent, nous avons proposé de superposer les profils C-K des partenaires. Le processus d'exploration collectif étant ainsi représenté comme de multiples interactions entre les espaces C et K des partenaires. Nous proposons ainsi d'appréhender la dynamique des co-raisonnements de conception.

Plus précisément, le *Modèle Matching/Building* est composé de deux processus fondamentaux en interaction :

- *Le Matching :*

Durant leurs relations, les partenaires vont explorer les intérêts de chacun pour tenter de trouver des objectifs communs. Ceux-ci correspondent aux intersections entre leurs profils C-K (intérêt sur de mêmes concepts, sur de mêmes poches de connaissances...) : nous avons nommé ce processus le *Matching*.

- *Le Building :*

Parallèlement, le processus de *Building* va s'opérer. Il correspond aux raisonnements cognitifs propres à chaque partenaire. Face aux informations de leur environnement (durant les projets, durant les échanges entre partenaires...), le processus d'apprentissage des acteurs va entraîner une transformation des profils C-K : intégration de nouveaux concepts, acquisition de nouvelles connaissances, activation d'anciennes connaissances, modification de la structuration des concepts... Les partenaires vont pouvoir dès lors détecter de nouvelles possibilités de coopération et réaliser à nouveau du *Matching* en créant de nouvelles intersections entre les profils C-K. Appuyé sur les travaux de la théorie CKE (Kazakçi, 2007), nous avons décrit finement le processus de *Building* par trois opérations majeures : la perception, la transformation et l'action.

Conclusion générale

Au fur et à mesure des intersections des profils C-K, les objets de la coopération vont émerger, les premiers concepts communs vont se former et être petit à petit affinés par partitionnements. Nous distinguons empiriquement trois différents états dans lequel peuvent être les objets de coopération. L'objet de la coopération est tout d'abord formulé en terme de champs d'innovation, un domaine souvent peu défini (i.e. avec peu d'attributs) sur lequel les partenaires souhaitent entreprendre des travaux de conception (la mobilité urbaine, les gestes dans le territoire...). Au fur et à mesure de la co-exploration, nous avons montré que le champ d'innovation initial se cristallise autour de ce que nous appelons des *concepts génériques (ou objets-pivots)*. Ces concepts sont constitués de *partitions collectives*, c'est à dire d'attributs dont les partenaires partagent l'intérêt : ces attributs sont communs aux différents profils C-K. Finalement, les objets de coopération s'achèvent en l'état de *concepts-partenaires*, une instanciation des concepts-génériques qui scellent l'intérêt d'un nombre réduit de partenaires et peuvent faire l'objet d'un contrat particulier de co-développement.

Publication scientifique associée

*** Kazakçi, A.O., Gillier, T. et Piat, G. (2008). *Investigating co-innovation in exploratory partnerships : An analytical framework based on design theory*, European Research on Innovation and Management Alliance, Porto, Portugal, 6th-7th November.**

Dans le second temps de ce chapitre, nous aborderons les enseignements managériaux de cette thèse.

2. Enseignements managériaux

2.1. L'apport d'OPERA pour gérer collectivement des champs d'innovation

Dans cette recherche, nous avons proposé et expérimenté différentes instrumentations opérationnelles permettant à des membres d'un partenariat d'exploration d'améliorer leur efficacité dans des situations d'innovation collective. Le premier dispositif permet de supporter l'activité essentielle d'un partenariat d'exploration : cartographier l'exploration. A ce niveau, nous répondons à la suggestion de (Segrestin, 2003) : « la recherche pourrait aider à la spécification des instruments de représentation des champs d'innovation, de leurs dynamiques et des trajectoires de coopération » (p.331).

Nous avons proposé un outil méthodologique de génération et de gestion de champs d'innovation interentreprises : OPERA (Outil de Pilotage d'Exploration, de Représentation et d'Action). A notre connaissance, les instrumentations de gestion basées sur la théorie C-K se limitent aujourd'hui à la seule méthode de conception collective KCP (Hatchuel, Le Masson, et al., 2009, Le Masson, 2008) : nous présentons, dans cette recherche, le premier système de cartographie basé sur les principes de cette théorie. Cet outil a été expérimenté sur un champ d'innovation du MINATEC IDEAs Laboratory, ENERGIE EN MOBILITE, durant un an et demi environ.

En leur offrant une cartographie de leur exploration, OPERA sert à aider décideurs et membres opérationnels dans le pilotage de leurs projets d'innovation. OPERA permet aux acteurs de contrôler l'avancée de différents projets d'innovation en indiquant les connaissances qui ont été produites, les connaissances manquantes, les concepts explorés et ceux restant à explorer. OPERA permet ainsi de coordonner des projets, de dégager des synergies possibles entre les projets et d'apprécier la contribution de chaque projet par rapport à l'ensemble de l'exploration. Dans cette perspective, OPERA peut tout aussi bien s'utiliser dans un contexte « intra-firme » et se révéler un complément très intéressant aux outils de gestion de portefeuilles de projets d'innovation existants.

Dans un contexte partenarial, nos expérimentations ont montré qu'OPERA est un outil qui tire parti de la diversité des partenaires pour faciliter la génération des projets d'innovation par des opérations de *Matching* et de *Building*. Chaque entreprise peut utiliser OPERA pour se positionner et informer les autres partenaires de ses propres activités, de ses zones d'intérêts et des

opportunités de coopération possibles. Au fur et à mesure de l'exploration, OPERA fournit une représentation utile aux acteurs pour maîtriser leur cohésion. A chaque instant de l'exploration, les partenaires sont informés des propriétés des projets qui fédèrent le collectif ; ils peuvent ainsi voir l'évolution de l'objet de leur coopération. OPERA permet notamment de désigner les *concepts génériques*, c'est à dire les séquences conceptuelles qui intéressent plusieurs partenaires.

OPERA nous semble un outil très utile pour les pôles de compétitivité ou les structures coopératives désireuses de définir de nouveaux écosystèmes de produits en explorant des innovations partagées par plusieurs entreprises. Enfin, OPERA peut aussi se révéler pertinent pour fluidifier les coopérations entre métiers ou divisions d'une même entreprise.

Publications scientifiques associées :

* Gillier, T., Piat, G., Roussel, B., *et al.* (Nov 2010). *Managing innovation fields in a cross-industry exploratory partnership with C-K design theory*, *Journal of Product Innovation Management*, Special Issue Twente.

* Gillier, T., Piat, G., Roussel, B., *et al.* (2009). *Portfolio management of innovation fields : applying CK design theory in cross industry exploratory partnership*. XVIth International Product Development Management Conference, University of Twente, Enschede, The Netherlands, June 7th-9th, 2009.

(Cette recherche a été nominée parmi les 10 meilleurs articles de la conférence IPDM 2009.)

2.2. Vers une vision élargie du processus d'exploration technologique : le concept d'identité technologique

A MINATEC IDEAs Laboratory, les technologies jouent un rôle fédérateur entre les partenaires. Ces derniers ont la volonté d'apprendre ensemble sur ces nouveaux domaines de connaissances et de tenter de coproduire de nouveaux concepts innovants. L'enjeu ici est de proposer des moyens permettant aux acteurs de pouvoir raisonner collectivement sur des concepts technologique.

Dans cette recherche, nous avons investigué, d'un point de vue théorique et empirique, les processus d'exploration de nouvelles applications technologiques en étudiant les projets de MINATEC IDEAs Laboratory en matière de micro-nanotechnologies notamment. Pour cela, nous avons introduit la notion d'*identité technologique*. Selon nous, *explorer une technologie consiste à savoir ce qu'est, et, ce que pourrait faire la technologie : c'est-à-dire à construire son identité*.

Face aux coûts croissants de la R&D, les politiques de Recherche exigent de coupler fortement la production de savoir scientifiques et les potentialités commerciales, et ce, dès les premiers stades de développement des technologies. Nous nous sommes spécifiquement intéressés à la situation d'émergence technologique, c'est-à-dire au moment où l'identité des technologies n'est pas parfaitement connue. A l'image des micro-nanotechnologies, ces technologies nécessitent encore des développements : bien que plusieurs axes de valeur puissent être pressentis, les cibles marchés n'en sont pas pour autant précisément connues. L'incapacité à cerner des utilisateurs potentiels ou encore à mettre en scène ces technologies sous la forme de prototypes rendent l'exploration de technologies émergentes problématique. Comment faire ? Comment co-explorer des marchés qui n'existent pas avec des technologies qui existent tout juste ?

Après avoir montré les limites des démarches actuelles pour innover à partir de technologies émergentes, nous avons présenté l'outil méthodologique D₄. Celui-ci a été testé sur quatre projets de micro-nanotechnologies : l'électromouillage, les nanotubes de carbone, Managy® et le Bouton Poussoir. La méthode D₄ consiste à confronter technologues et industriels dans une optique créative. Après avoir déconstruit les propriétés des technologies, notre protocole de recherche a proposé un procédé particulier permettant de faire émerger de nouvelles fonctions à partir de combinaisons de propriétés. Nos expérimentations ont montré que ce protocole expérimental a permis aux participants de travailler ensemble sur un processus d'exploration technologique malgré des cibles de marché divergentes et de dégager de nouvelles voies de recherches pour les technologies investiguées.

Enfin, nous avons mobilisé la théorie C-K pour réinterpréter nos résultats expérimentaux. A partir de l'analyse des discours des technologues, nous avons montré que *leurs raisonnements sont fondamentalement des raisonnements de conception* : les technologues ne présentent pas de manière désordonnée des structures de connaissances mais ils connectent en permanence leurs connaissances à un ou plusieurs espaces conceptuels de référence symbolisés par des applications. La théorie C-K est ici intéressante car elle nous a permis de voir que les experts explicitent leur technologie comme *une solution de conception* particulière. Alors que les possibilités techniques et commerciales des technologies émergentes ne sont pas encore stabilisées, les technologues leur assignent une première identité : leur *identité d'emprunt*. Le savoir exprimé par les experts est connecté en permanence à la représentation conceptuelle qu'ils ont de leurs technologies. Nous avons alors pu constater un certain effet de fixation : la recherche d'idées, les travaux de

Recherche que les technologues mobilisent, sont fortement guidés par les concepts qu'ils utilisent !

Les présentations des technologies par les experts ont permis de révéler l'identité d'emprunt des technologies expérimentées ; les réactions du public ont permis de déconstruire l'identité d'emprunt des technologies et de se rendre compte des chemins conceptuels préférés par les technologues. Notre protocole de recherche a ensuite permis de commencer à reconstruire l'identité des technologies en explorant des propriétés et des fonctions insoupçonnées. Cette nouvelle identité a été l'occasion pour les technologues de reconsidérer leurs connaissances existantes, de les étendre à de nouveaux champs de connaissances mais aussi de réévaluer le domaine de validité de leur technologie et de profiler de nouvelles valeurs commerciales. D'une certaine manière, cette recherche montre qu'une approche « techno-push » est une suite de processus de conception qui vise à gérer successivement plusieurs espaces de connaissances et de concepts. Selon nous, le techno-push ne doit pas se limiter à « screener des marchés » à partir de l'identité d'emprunt d'une technologie mais plutôt à faire évoluer cette identité technologique afin de dégager de nouveaux domaines de valorisation. Des outils permettant de symboliser les « mutations de l'identité » d'une technologie au fur et à mesure de son exploration pourraient se révéler, à ce titre, fructueux.

Publications scientifiques associées :

* Gillier, T. et Piat, G. (2008). *Co-designing broad scope of technology-based applications in an exploratory partnership*. Xth International Design Conference, Dubrovnik, Croatia, 19th-22th May.

* Gillier, T. et Piat, G. (2008). Beyond the presumed identity of emerging technology : can C-K Theory push technology ahead ?, *Creativity and Innovation Management* (en soumission) ¹⁵⁴

¹⁵⁴ Le titre de l'article et les noms des co-auteurs sont susceptibles d'être modifiés.

3. Perspectives de recherche

Cette recherche demanderait en particulier à être poursuivie sur les points suivants :

- La portée analytique et opératoire de la notion de « profil C-K »

Une première voie de recherche correspond à étudier l'intérêt des profils C-K à la sélection de partenaires. Existe-t-il une « distance C-K » à laquelle se référer pour choisir convenablement son partenaire ? Peut-on juger des complémentarités ou des « résonances » possibles entre profils C-K ? Le profil C-K permettrait, dans une certaine mesure, d'opérationnaliser davantage la notion de *cognitive distance* de (Nootboom, Van Haverbeke, et al., 2007) en intégrant aussi bien des éléments de K (comme les brevets...) que des éléments de C (idées, intentions...).

Une seconde voie de recherche consiste à étudier l'influence des profils C-K de partenaires sur la performance d'une coopération. Il pourrait être intéressant de mener des études comparatives sur plusieurs partenariats d'exploration. Pour cela, différentes variables restent à préciser pour mesurer un profil C-K : par exemple, la « morphologie » des profils C-K (domaines d'activités et de compétences larges, expertises pointues et valeur ciblée sur un produit...), la nature des profils C-K (entreprise orientée C, orientée K...) ou encore la « distance » entre plusieurs profils C-K.

Troisièmement, nous pouvons formuler l'hypothèse que les caractéristiques des profils C-K ont un impact sur la capacité des entreprises à capter et intégrer des connaissances externes. Les entreprises qui ont les meilleures capacités d'absorption sont-elles celles qui ont des profils C-K « en largeur » ou au contraire plutôt « en profondeur » ?

- Continuer à enrichir les recherches sur les théories de conception par la dimension collective de l'innovation¹⁵⁵.

En arguant de la nature située de la conception et en proposant l'ajout de l'Environnement comme nouvel espace de la théorie C-K, (Kazakçi, 2007) nous a ouvert une voie intéressante. Si, durant cette thèse, nous nous sommes engagés dans cette voie, des questions restent cependant en suspens pour saisir et expliquer l'influence du collectif sur les raisonnements de conception. Alors que de nombreuses recherches sur l'interaction entre concepteurs ont des visées descriptives et normatives, les théories de

¹⁵⁵ A noter que cette perspective de recherche a également été signalée durant le dernier workshop organisé en février 2010 par le Special Interest Group de la Design Society, <http://www.cgs.ensmp.fr/DesignTheorySIG/> (consulté le 26/02/2010).

conception peuvent apporter, selon nous, une portée plus explicative et prédictive. Par exemple, nous pouvons nous demander quel rôle joue le partage de connaissances entre concepteurs sur leur manière de concevoir. L'activation de certains types de connaissances (tacites, explicites...) favorise-t-elle un raisonnement de conception particulier ? Comment peut-on expliquer cela du point de vue des théories de conception ?

Nous avons montré certains mécanismes qui permettent aux raisonnements de conception d'évoluer et de rentrer en résonance à l'échelle des entreprises, une possibilité serait de déplacer notre regard vers une vision plus « micro » en étudiant la coopération entre individus : Peut-on rajouter au profil C-K des dimensions telles que la personnalité ou la culture des acteurs ? Peut-on étudier plus finement la manière dont les individus vont dévoiler ou au contraire rendre inaccessible leur propre profil C-K ? Les lead-users (Von Hippel, 1986) ont-ils un profil C-K particulier identifiable ?

Une autre piste de recherche est de recourir à la théorie C-K pour l'instrumentation des futurs outils collaboratifs pour innover. Comment expliquer théoriquement la capacité de certains individus à rebondir sur les idées d'autrui ? Jusqu'où une équipe peut-elle s'engager dans le développement d'une idée ?

Enfin, nous pourrions nous questionner sur les rapprochements de la théorie C-K avec d'autres théories existantes comme celle de l'Acteur-Réseau (Akrich, Callon, et al., 2002a, Akrich, Callon, et al., 2002b). Comment décrypter les notions telles que la « traduction » ou l'« enrôlement » ? A quoi correspond la notion de « trous structurels » de (Burt, 2004) vis à vis des structures de connaissances ? Selon nous, la capacité des théories de conception à proposer un langage descriptif rigoureux pourrait permettre d'interpréter et de contrôler différentes notions de l'innovation dont on a parfois du mal à saisir et à identifier les contours.

ANNEXES

Annexe 1. Questionnaire exploratoire anonyme réalisé en janvier 2008 auprès des membres opérationnels

1. Avez-vous observé une évolution dans la coopération interentreprises durant l'année 2007 ?
<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
1.1. Si oui, quelles évolutions avez-vous notées ? :

2. Avez-vous observé des rapprochements entre les différents partenaires du MINATEC IDEAs Laboratory ?
<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
2.1. Si oui, depuis quand et sous-quelles formes ?

2.2. Si oui, que pensez-vous de ces rapprochements par rapport au fonctionnement du MINATEC IDEAs Laboratory ? Cela vous semble-t-il concordant des objectifs du MINATEC IDEAs Laboratory ?

3. Quels types de coopération interentreprises vous sembleraient idéaux pour le MINATEC IDEAs Laboratory ?

4. Selon vous, comment peut-on « mesurer » la performance du MINATEC IDEAs Laboratory ?

5. A quel moment, dans les phases proposées ci-dessous, avez-vous perçu que les partenaires exprimaient leurs intérêts propres ? (classement par ordre croissant d'importance)
<input type="checkbox"/> Début d'un projet <input type="checkbox"/> Milieu d'un projet <input type="checkbox"/> Fin d'un projet
Pensez-vous que c'était le bon moment ? Pourquoi ?

6. A quel moment, dans les phases proposées ci-dessous, avez-vous perçu un sentiment d'appartenance au MINATEC IDEAs Laboratory ? (classement par ordre croissant d'importance)
<input type="checkbox"/> Début d'un projet <input type="checkbox"/> Milieu d'un projet <input type="checkbox"/> Fin d'un projet
Pensez-vous que c'était le bon moment ? Pourquoi ?

7. Enfin, d'après vous, le recours à une division du travail au sein du MINATEC IDEAs Laboratory est-il plus nécessaire au début, au milieu ou en fin de projet ? (classement par ordre croissant d'importance)
<input type="checkbox"/> Début d'un projet <input type="checkbox"/> Milieu d'un projet <input type="checkbox"/> Fin d'un projet

Annexe 2. Synthèse de modèles d'ingénierie de conception d'après (Howard, Culley, et al., 2008)

Models	Establishing a need phase	Analysis of task phase	Conceptual design phase		Embodiment design phase		Detailed design phase		Implementation phase
			Idea generation	Screening & evaluation	Business analysis	Development	Development	Testing	
Booz et al. (1967)	X	New product strategy development	Analysis	Synthesis	Business analysis	Development	Development	Testing	Commercialisation
Archer (1968)	X	Programming ; data collection	Analysis	Synthesis	Verification	Decisions	Communication	Communication	X
Svensson (1974)	Need	X	Concepts	Verification	Decisions	Decisions	X	X	Manufacture
Wilson (1980)	Societal need	Recognize & formalize FR's & constraints	Ideate and create		Analyze and/or test		Product, prototype, process		X
Urban and Hauser (1980)	Opportunity identification		Design		Testing		Testing		Introduction ; Life cycle management (launch)
VDI-2222 (1982)	X	Planning	Conceptual design		Embodiment design		Detail design		X
Hubka and Eder (1982)	X	X	Conceptual design		Lay-out design		Detail design		X
Crawford (1984)	X	Strategic planning	Concept generation		Pre-technical evaluation		Technical development		Commercialisation
Pahl and Beitz (1984)	Task	Clarification of task	Conceptual design		Embodiment design		Detailed design		X
French (1985)	Need	Analysis of problem	Conceptual design		Embodiment of schemes		Detailing		X
Ray (1985)	Recognise problem	Exploration of problem	Search for alternative proposals		Predict outcome		Judge feasible alternatives		Specify solution
Cooper (1986)	Ideation	Preliminary investigation	Detailed investigation		Development		Testing & Validation		Full production & market launch
Andreasen and Hein (1987)	Recognition of need	Investigation of need	Product principle		Product design		Production preparation		Execution
Pugh (1991)	Market	Specification	Concept design		Concept design		Detail design		Manufacture ; Sell
Hales (1993)	Idea, need, proposal, brief	Task clarification	Conceptual design		Embodiment design		Detail design		X
Baxter (1995)	Assess innovation opportunity	Possible products	Possible concepts		Possible embodiments		Possible details		New product
Ulrich and Eppinger (1995)	X	Strategic planning	Concept development		System-level design		Detail design		Testing & Production refinement ; ramp-up
Ullman (1997)	Identify needs ; Plan for the design process	Develop engineering specifications	Develop concept		Develop product		Develop product		X
BS7000 (1997)	Concept	Feasibility	Implementation (or realisation)		Implementation (or realisation)		Termination		Termination
Black (1999)	Brief/concept	Review of 'state of the art'	Synthesis	Inspiration	Experimentation	Analysis / reflect	Synthesis	Decisions to constraints	Output
Cross (2000)	X	Exploration	Generation		Evaluation		Communication		X
Design Council (2006)	Discover	Define	Develop		Deliver		Deliver		X
Industrial Innovation Process 2006	Mission statement	Market research	Ideas phase		Concept phase		Feasibility Phase		Pre production

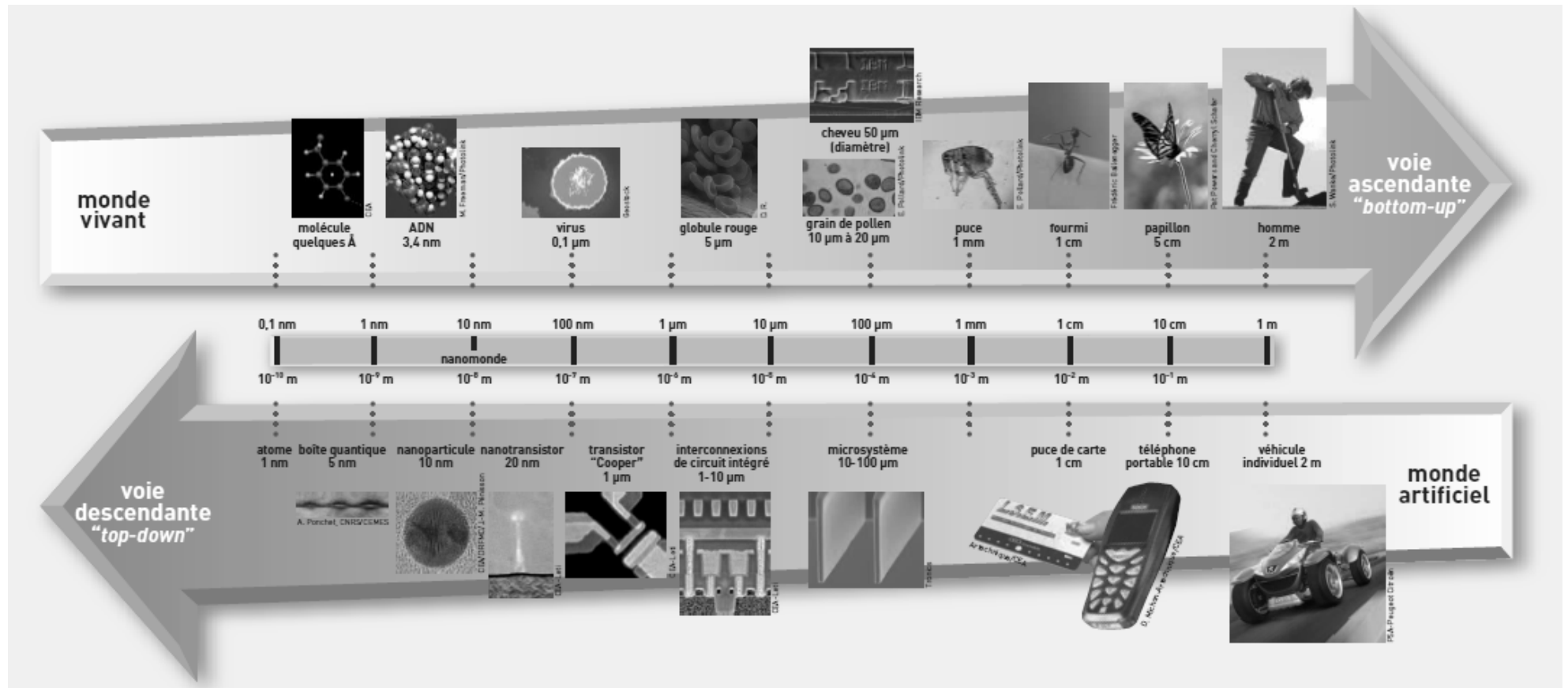
Annexe 3. Synthèse de modèles de processus créatifs d'après (Howard, Culley, et al., 2008)

Models	Analysis phase			Generation phase		Evaluation phase	Communication / implementation phase
	Saturation	Incubation	Illumination	Incubation	Illumination		
Helmholtz (1826)						X	X
Dewey (1910)	A felt difficulty	Definition and location of difficulty	Preparation	Develop some possible solutions		Implications of solutions through reasoning	Experience collaboration of conjectural solution
Wallas (1926)				Incubation	Illumination	Verification	X
Kris (1952)			X	Inspiration		Elaboration	Communication
Polya (1957)	Understanding the problem	Devising a plan		Carrying out the plan		Looking Back	X
Guilford (1957)			X	Divergence		Convergence	X
Buhl (1960)	Recognition	Definition	Preparation	Synthesis		Evaluation	Presentation
Osborn (1963)			Fact-finding	Idea-finding		Solution-finding	X
Parnes (1967)	Problem, challenge, opportunity	Fact-finding	Problem-finding	Idea-finding		Solution-finding	Acceptance-finding Action
Jones (1970)	Search for data	Divergent	Understand the problem	Transformation	Convergent	Judgement	X
Stein (1974)			X Fact-finding	Hypothesis formulation		Hypothesis testing	Communication of results
Parnes (1981)	Mess finding		Problem-finding	Idea-finding		Solution-finding	Acceptance-finding
Amabile (1983)	Problem or task presentation		Preparation	Response generation		Response validation	Outcome
Barron and Harrington (1981)			X	Conception	Gestation	Parturition	Bring up the baby
Isaksen et al. (1994)	Constructing opportunities	Exploring data	Framing problem	Generating ideas		Developing solutions	Building acceptance Appraising tasks Designing process
Couger et al. (1993)	Opportunity, delineation, problem definition	Compiling information		Generating ideas		Evaluating, prioritising ideas	Developing an implementation plan
Shneiderman (2000)			Collect	Relate	Create		Donate (communicate)
Basadur et al. (2000)	Problem finding	Fact finding	Problem defn.	Idea finding	Evaluate and select		Plan Acceptance Action
Krysanov et al. (2001)	Functional requirements	Structural requirements	Functional requirements	Functional solutions	Analogies, metaphors	Reinterpretation	X

Annexe 4. Quelques éléments pour un contrat spécial d'exploration d'après (Segrestin, 2003):320

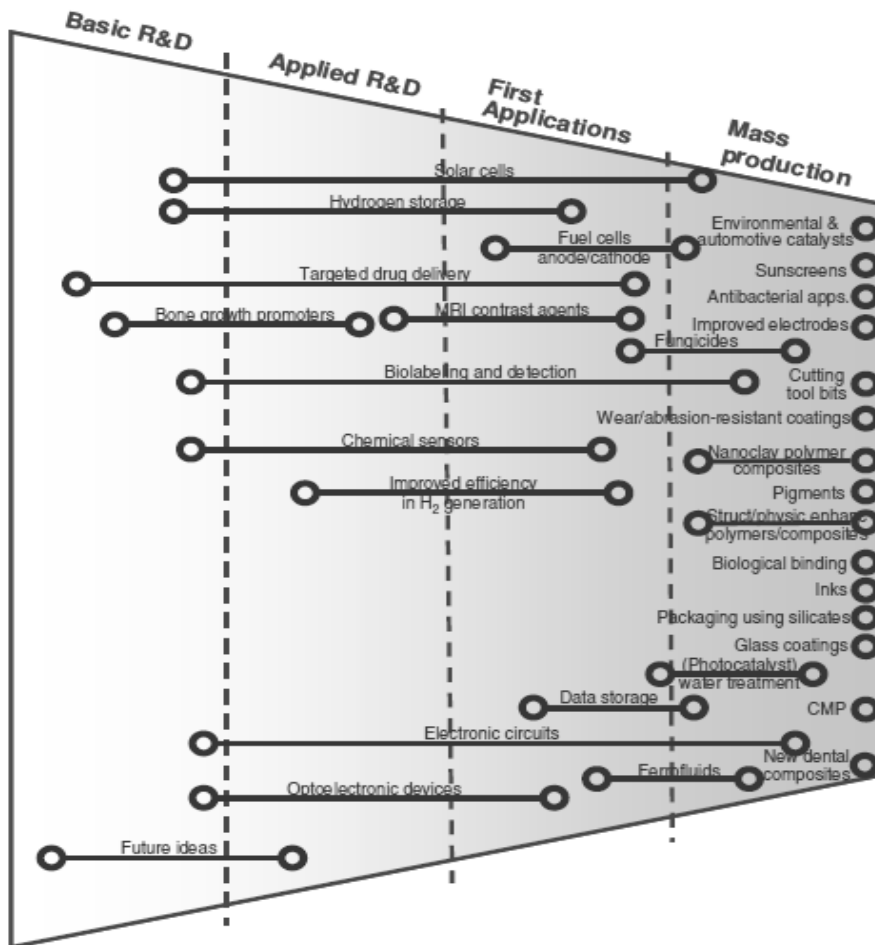
Objet	Enoncé d'un champ d'exploration
Périmètre du collectif, gestion des entrées/sorties	<p>Définition des conditions d'<i>affectio pro socio</i></p> <p>Organisation d'un horizon contingent</p> <ul style="list-style-type: none"> - durée déterminée - périmètre contingent à un ensemble de missions - structuration d'un horizon contingent avec débats à intervalles clés - divergence possible à la sortie du champ (sous condition d'alerte préalable et de négociation)
Obligations et gestions des opportunités	<p>Reconnaissance des partenariats d'exploration comme lieux d'émergence d'opportunités et de risques éventuels</p> <p>Gestion de la temporalité devoir d'alerte en cas de transition vers un autre régime de conception ou vers un autre partenariat d'exploration</p> <p>Gestion d'une opportunité nouvelle</p> <ul style="list-style-type: none"> - clauses de confidentialité - obligation de partager et de négocier - clause de premier refus, droit de préemption <p>Gestion des risques</p> <ul style="list-style-type: none"> - possibilité d'établir des provisions - obligation de contribuer dans le cadre d'un accord sur les missions d'exploration, sauf accord express pour abandonner la mission
Gouvernance	<p>Instance de co-gouvernance</p> <ul style="list-style-type: none"> - définition des missions d'exploration, de l'agenda de l'exploration - discussion sur les résultats et les réorientations éventuelles - discussion sur les alertes, avec possibilité de mandater une équipe d'experts pour définir le périmètre de la mission <p>Géométrie variable de l'exploration</p> <ul style="list-style-type: none"> - possibilité de convoquer un comité de direction dans certaines conditions (sortie du partenariat, entrée d'un nouvel acteur, transition vers un autre champ d'exploration ou vers un autre régime) - désignation d'un acteur représentant chaque partie chargé <ul style="list-style-type: none"> i) d'articuler les différents niveaux de l'organisation, de s'assurer des interventions des bonnes personnes au bon moment et ii) de déclencher les alertes.

Annexe 5. Du monde macroscopique au nanomonde, ou l'inverse... (source site du CEA¹⁵⁶)



¹⁵⁶ www.cea.fr/content/download/4708/28035/file/044_46p_fr52.pdf consulté le 15/04/09

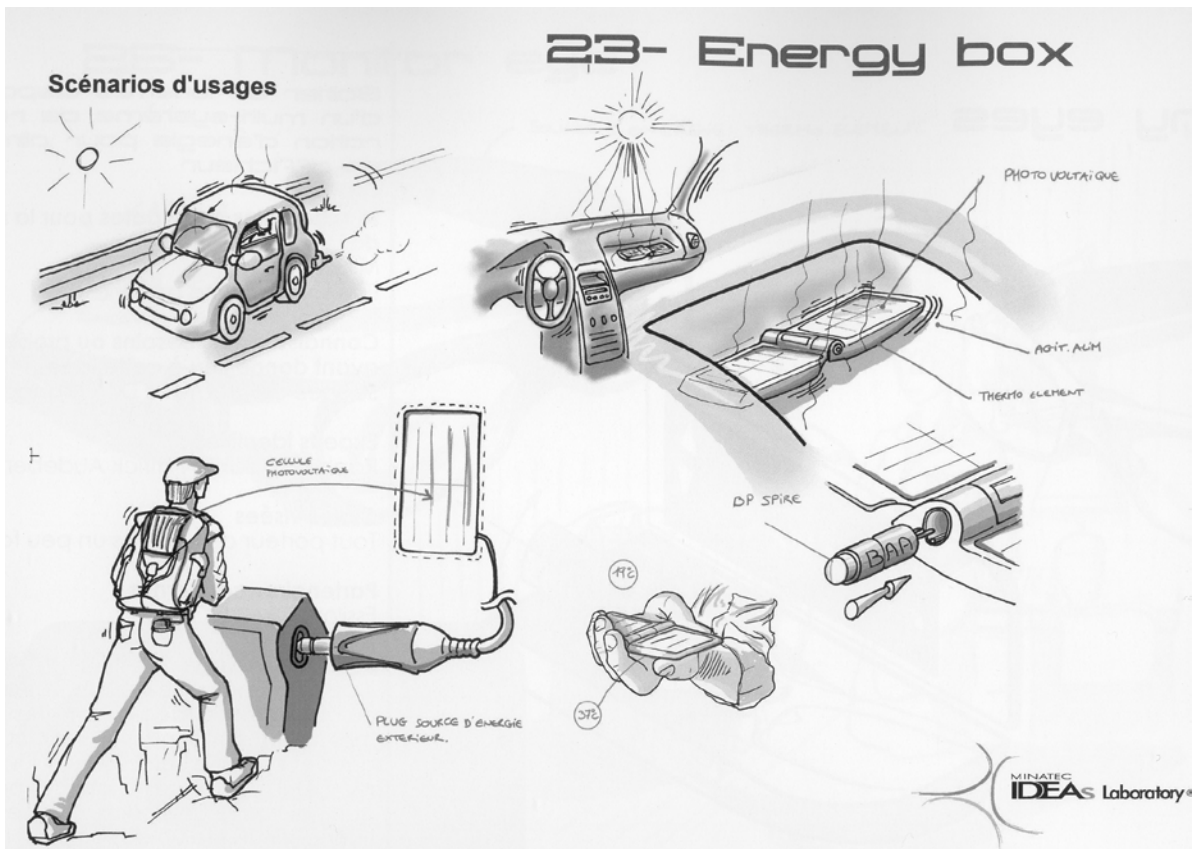
Annexe 6. Roadmaps technologiques des nanoparticules et nanocomposites en 2015
 (Hartwig, 2006)



Annexe 7. Liste non exhaustive de recherche sur des partenariats de co-innovation regroupant des partenaires de même secteur d'après (Bossink, 2002)

<i>Industry</i>	<i>Country</i>
Aerospace	• Russia (Shaw, 1996)
Agriculture	• The Netherlands (Wissema and Euser, 1991)
Automotive	• Japan (Baba, 1989; Gulati, 1995; Dyer, 1997) • United States of America (Gulati, 1995; Dyer, 1997; Doz et al., 2000)
Biotechnology	• Denmark (Kreiner and Schultz, 1993) • Germany (Whittaker and Bower, 1994) • Switzerland (Whittaker and Bower, 1994) • United Kingdom (Rothwell and Dodgson, 1991; Whittaker and Bower, 1994) • United States of America (Shan et al., 1994; Whittaker and Bower, 1994; Powell et al., 1996; Powell, 1998)
Chemical	• France (Bidault et al., 1992)
Construction	• Canada (Lampel et al., 1996) • the Netherlands (Pries and Janszen, 1995) • Sweden (Bröchner and Grandison, 1992) • United Kingdom (Korczyński, 1996) • United States of America (Nam and Tatum, 1989; Tatum, 1989; Nam and Tatum, 1992; Lampel et al., 1996; Nam and Tatum, 1997)
Consumer Electronics	• Europe (Tidd, 1995) • Japan (Baba, 1989; Tidd, 1995) • United States of America (Tidd, 1995; Ho Park, 1996)
Education	• United States of America (Kraatz, 1998)
Energy	• Japan (Sakakibara, 1997) • United States of America (Doz et al., 2000)
Food	• Sweden (Elg and Johansson, 1997)
Health Care	• Canada (probably) (George and Farris, 1999) • United States of America (Luke et al., 1989; Goes and Ho Park, 1997)
Information and Communication	• Japan (Duysters and Hagedoorn, 1995) • United Kingdom (Littler and Leverick, 1995; Littler et al., 1995) • United States of America (Ouchi and Kremen Bolton, 1988; Wagner, 1991; Duysters and Hagedoorn, 1995; Doz et al., 2000)
Metal	• Europe (Gulati, 1995) • Japan (Gulati, 1995) • United States of America (Gulati, 1995)
Petrochemical	• France (Bidault et al., 1992) • Japan (Sakakibara, 1997)
Pharmaceutical	• Canada (probably) (George and Farris, 1999) • France (Bidault et al., 1992) • Germany (Whittaker and Bower, 1994) • Switzerland (Whittaker and Bower, 1994) • United Kingdom (Whittaker and Bower, 1994) • United States of America (Whittaker and Bower, 1994; Powell, 1998)
Pump	• United States of America (Ouchi and Kremen Bolton, 1988)
Semiconductor	• Asia (Macher et al., 1998; Stuart, 1998) • Europe (Macher et al., 1998; Stuart, 1998) • Japan (Ouchi and Kremen Bolton, 1988; Kremen Bolton et al., 1994; Sakakibara, 1997; Macher et al., 1998; Stuart, 1998) • United States of America (Spencer and Grindley, 1993; Kremen Bolton et al., 1994; Browning et al., 1995; Macher et al., 1998; Stuart, 1998)
Textile	• France (Bidault et al., 1992)

Annexe 8. Energy-Box : un concept générique à MINATEC IDEAs Laboratory



Annexe 9. Idéofil® : un outil collaboratif de gestion des idées en ligne

The screenshot shows the Idéofil Open Web interface. At the top, there is a navigation bar with the logo 'Idéofil Open Web' and a 'POWER FOULE' logo. The right side of the header includes links for 'Administration', 'Mon profil - Néophyte 16 Point(s)', 'Bloc-note', and 'Se déconnecter', along with a status '54 membre(s) connecté(s) - modérateur on-line'. Below the header is a search bar with 'Réervoir à idées' and a 'Rechercher' button.

The main content area is titled 'Bonjour CREATEAM' and features three main buttons: 'Thème 1 : ...', 'Soumettre une idée à l'un des thèmes', and 'Consulter le réservoir d'idées'. Below these buttons is a grid of 15 numbered idea prompts, such as '10. Comment serait le bâtiment idéal qui s'inscrit de manière harmonieuse dans la ville du futur?' and '1. Comment voyez-vous l'après-pétrole?'. To the right of the grid is a 'Consulter les idées émises' button.

At the bottom, there are three tabs: '10 idées au hasard', 'Les dernières idées', and 'Classement des contributeurs'. The '10 idées au hasard' tab is active, showing two idea cards. The first card is titled '1 un circuit primaire en façade' by JChBarbe@cea, dated 23/07/09, with 1 vote. The second card is '0 Energie éternelle' by TOM, dated 31/08/09, with 0 votes. Below the cards is a 'Voter pour des idées' button. To the right of the main content is a 'News' section with a list of updates: 'mercredi 02 septembre', 'mardi 1er septembre', 'Petit rappel!', 'PowerFoule is back!!', and 'Problème ? Bug ? Contactez-nous !'. A 'Communiquer avec le modérateur' button is located at the bottom right.

Callout boxes with arrows point to various elements:

- 'Recueillir et partager des informations sur une thématique particulière' points to the 'Thème 1 : ...' button.
- 'Soumettre des idées' points to the 'Soumettre une idée à l'un des thèmes' button.
- 'Connaître l'activité de la plateforme' points to the top right header area.
- 'Consulter les idées émises' points to the 'Consulter le réservoir d'idées' button.
- 'Voter pour des idées' points to the '1 un circuit primaire en façade' card.
- 'Connaître les membres les plus actifs' points to the 'Classement des contributeurs' tab.
- 'Communiquer avec le modérateur' points to the 'News' section.

Annexe 10. Questionnaire électronique envoyé aux participants après l'expérience sur les quatre micro-nanotechnologies

- Question 1 : Quelle est votre entreprise ou université ?
- Question 2 : Quel est votre profil/compétences professionnelles ?
- Question 3 : A quelle(s) séance(s) de D₄ avez-vous participé(e) ?
- Question 4 : Quelle est votre expérience des séances de créativité ?
- Question 5 : Quelles méthodes (ou outils de créativité) avez-vous déjà utilisées ?
- Question 6 : Comment jugez-vous l'originalité des idées produites ?
- Question 7 : Les idées générées concernaient-elles les différents marchés des partenaires industriels du laboratoire ?
- Question 8 : Souvenez-vous des 4 étapes ?
- Question 9 : Avez-vous noté des différences avec les séances de créativité « classiques » (brainstorming...), si oui, de quelles natures ?
- Question 10 : D'après vous, la méthode D4 peut-elle s'intégrer dans un processus industriel ?
- Question 11 : D'après vous, cette méthode est-elle adaptée à un groupe composé de partenaires industriels différents ?
- Question 12 : D'après vous, existe-t-il des profils qui vous semblent particulièrement bien adaptés à cette démarche ?
- Question 13 : Avez-vous mieux compris la technologie étudiée ?
- Question 14 : Seriez-vous prêt à retenter l'expérience ?
- Question 15 : Remarques, questions...

LISTE DES FIGURES

Figure 1. La Lunar Society, société savante de Birmingham, XVIII ^{ème} siècle.....	11
Figure 2. Organisation du document par chapitre	20
Figure 3. Les différentes étapes de notre méthodologie de recherche.....	31
Figure 4. Les différents niveaux théoriques parcourus durant notre recherche.....	32
Figure 5. Evolution du nombre de nouveaux véhicules lancés par RENAULT depuis 1945	51
Figure 6. Le modèle linéaire de l'innovation.....	54
Figure 7. L'absence de rapport entre dépenses budgétaires et performance.....	57
Figure 8. La place de la créativité dans le Stage-Gate® Process.....	60
Figure 9. Le modèle de Front End of Innovation	61
Figure 10. Conception participative d'architecture chez les Inuits en 1976.....	62
Figure 11. Représentation de la conception d'une canalisation par un arbre de conception.....	72
Figure 12. Les différentes étapes du modèle de conception de Pahl et Beitz.....	75
Figure 13. Le modèle F-B-S	77
Figure 14. Evolution des espaces de fonctions et d'attributs	78
Figure 15. La théorie C-K.....	81
Figure 16. Différentes conjonctions pour un même concept.....	83
Figure 17. Les quatre opérateurs de la théorie C-K.....	84
Figure 18. Les profondes différences entre la conception réglée et la conception innovante	86
Figure 19. L'exemple du premier photocopieur personnel Canon.....	88
Figure 20. L'exemple du premier photocopieur personnel Canon (suite et fin)	89
Figure 21. Essai de modélisation de l'apprentissage des nombres par la théorie C-K.....	90
Figure 22. Evolution du nombre d'accords de partenariat en R&D de 1960 à 1998.....	97
Figure 23. La désintégration verticale de l'industrie informatique.....	98
Figure 24. Comparaison du nombre d'accords de partenariat en R&D de 1960 à 1998 entre secteurs.....	100
Figure 25. Définition des partenariats d'exploration	103
Figure 26. Competence-Based New Product Typology	104
Figure 27. Partenariat de conception de type sous-traitance.	106
Figure 28. Partenariat de conception de type co-développement	107
Figure 29. Positionnement des partenariats de conception par rapport aux régimes de conception	108
Figure 30. Des coopérations interentreprises de plus en plus en amont du processus de conception.....	109

Figure 31. Différents cas de partenariats d'exploration selon le couple technologie/marché	110
Figure 32. Evolution de la coopération	113
Figure 33. L'exploration des concepts et l'exploration d'un intérêt commun.....	114
Figure 34. Manager la contribution réciproque des concepts et connaissances des différents projets.....	125
Figure 35. Vue d'ensemble des bâtiments de MINATEC.....	136
Figure 36. Le modèle organisationnel « enseignement-recherche-valorisation » au sein de MINATEC.....	137
Figure 37. Niveau de recrutement et de formation sur les métiers de l'électronique, de l'informatique et des nanotechnologies à Grenoble	138
Figure 38. Aperçu de la diversité des applications utilisant les nanotechnologies.....	140
Figure 39. Extrait d'un rapport de la communauté Européenne de 2006 sur les secteurs des matériaux, de la santé et de l'énergie	140
Figure 40. Localisation du CEA, MINATEC et MINATEC IDEAs Laboratory.....	141
Figure 41. Bâtiment de MINATEC IDEAs Laboratory	141
Figure 42. Comparaison des principes de gestions	144
Figure 43. Les relations entre Recherche-Innovation-Développement	145
Figure 44. Articulation des trois composantes du modèle RID dans le contexte de MINATEC IDEAs Laboratory	145
Figure 45. Exemple type de livrable complet du partenariat	146
Figure 46. Exemple de présentation d'un projet relevant un manque de connaissances et une nécessité de se rapprocher de la Recherche technologique du CEA	146
Figure 47. Une organisation en papillon	147
Figure 48. Positionnement du cas d'étude dans son environnement « concurrentiel ».....	150
Figure 49. Le double processus de co-exploration à MINATEC IDEAs Laboratory	151
Figure 50. Les activités du MINATEC IDEAs Laboratory	153
Figure 51. Evolution de la composition des partenaires principaux entre 2003 et 2010	156
Figure 52. Aperçu du profil C-K d'EDF R&D à MINATEC IDEAs Laboratory	166
Figure 53. Typologie de partenariat d'exploration selon les profils C-K	167
Figure 54. La co-exploration vue comme la superposition de profils C-K.....	169
Figure 55. Synthèse du Modèle Matching/Building.....	172
Figure 56. La stratégie de <i>Matching</i>	173
Figure 57. La stratégie de <i>Building</i>	174
Figure 58. Le travail de deux concepteurs décrit par la théorie CKE.....	176

Figure 59. Modélisation du processus de <i>Building</i> d'un partenaire.....	178
Figure 60. Processus de conception des objets de la coopération.....	179
Figure 61. Exemple d'un échange de propositions de coopération	182
Figure 62. Croisement des intérêts des partenaires sur des technologies/thématiques.....	182
Figure 63. L'exemple fictif des capteurs dans les routes.....	184
Figure 64. Une intersection existante révélée par un <i>Matching</i> par les C : « des capteurs dans les routes ».....	184
Figure 65. L'exemple fictif des nanopoudres (adaptation d'un cas réel soumis à la confidentialité)	185
Figure 66. Une intersection existante révélée par un <i>Matching</i> par les K : « les nanopoudres »	185
Figure 67. Le concept du « Peer2Peer du regard ».....	186
Figure 68. Une nouvelle intersection révélée par un <i>Matching</i> par les C: « le peer2peer du regard »	186
Figure 69. Le concept du « casque sensoriel ».....	187
Figure 70. Une nouvelle intersection révélée par un <i>Matching</i> par les K: la maquette de la « souris sensitive ».....	187
Figure 71. Le concept de capteurs dans l'habitat.....	189
Figure 72. Un processus de <i>Building</i> chez EDF R&D : applications aux capteurs autonomes dans l'habitat.....	191
Figure 73. Les fonctionnalités majeures d'OPERA dans le Modèle Matching/Building.....	205
Figure 74. Les différents éléments d'OPERA.....	208
Figure 75. Description par étapes de la méthodologie OPERA.....	209
Figure 76. Aperçu de l'état d'OPERA en fin d'étape 1	209
Figure 77. Aperçu de l'état d'OPERA en fin d'étape 2	210
Figure 78. Aperçu de l'état d'OPERA en fin d'étape 3	211
Figure 79. Aperçu de l'état d'OPERA en fin d'étape 4	213
Figure 80. Aperçu de l'état d'OPERA en fin d'étape 5	215
Figure 81. Aperçu du sous-champ d'innovation (b)	220
Figure 82. Organisation des projets d'exploration d'ENERGIE EN MOBILITE	221
Figure 83. Transformation d'une idée en arborescence C-K : l'idée du « coursier d'énergie »	223
Figure 84. Aperçu simplifié d'OPERA en fin de phase 1 sur le sous-champ d'innovation (a)	225
Figure 85. Slide de présentation d'une conduite de projet avec le formalisme C-K.....	228
Figure 86. Synthèse de l'évaluation de l'expérimentation ENERGIE EN MOBILITE par rapport aux fonctionnalités d'OPERA	237

Figure 87. Explorer une même technologie pour plusieurs marchés	242
Figure 88. Les étapes de la méthode D_4	248
Figure 89. Principe du déplacement d'une goutte de liquide dans un dispositif d'électromouillage	250
Figure 90. Lab-on-chip.....	250
Figure 91. Managy : nœud de capteurs autonomes.....	251
Figure 92. Le bouton poussoir	252
Figure 93. La technologie appréhendée par les raisonnements de conception C-K.....	259
Figure 94. Les constituants d'une identité technologique.....	261
Figure 95. Déconstruction de l'identité d'emprunt de l'électromouillage	263
Figure 96. Reconstruction de l'identité de l'électromouillage par des disjonctions sémantiques d'ordre technique.....	265
Figure 97. Reconstruction de l'identité de l'électromouillage par des disjonctions sémantiques d'ordre usage.....	266

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Problématique et questions de recherche	25
Tableau 2. Résumé des trois paradigmes de recherche et positionnement de la thèse.....	26
Tableau 3. Grille d'observation à partir des deux niveaux de récoltes.....	33
Tableau 4. Synthèse des données recueillies selon les trois modes de collectes : observation-participante, analyse documentaire et interviews.....	37
Tableau 5. Synthèse des instances de contrôle de la production de connaissances.....	41
Tableau 6. Deux paradigmes de l'innovation	53
Tableau 7. Synthèse des deux paradigmes de l'innovation.....	65
Tableau 8. Principaux modèles et théories de conception présentés.....	72
Tableau 9. Synthèse des courants de recherche sur la théorie C-K.....	91
Tableau 10. Synthèse des critères de sélection des partenaires	101
Tableau 11. Analyse comparative de trois types de partenariat de conception : sous-traitance, co-développement et partenariat d'exploration	108
Tableau 12. Les 4 étapes de la co-innovation.....	112
Tableau 13. Une incertitude sur la cohésion et la coordination.....	116
Tableau 14. Trois modèles de la génération de projets collaboratifs innovants et leurs limitations	121
Tableau 15. Présentation synthétique du partenariat.....	143
Tableau 16. Les éléments caractérisant l'organisation de MINATEC IDEAs Laboratory.....	147
Tableau 17. Synthèses des caractères d'unicité de MINATEC IDEAs Laboratory et impacts sur le concept de co-exploration	150
Tableau 18. Exemples de réalisation de maquettes autour du champ « Information en mouvement » : le Casque Sensoriel et Interloc	154
Tableau 19. Exemple de valorisation de concepts : le Blogjet et Riide	154
Tableau 20. Nombre de projets de conception lancés au sein du MINATEC IDEAs Laboratory ainsi que les principaux résultats opérationnels	155
Tableau 21. Précisions sur les attentes des partenaires industriels orientés C	157
Tableau 22. Précisions sur les attentes des partenaires industriels orientés K.....	158
Tableau 23. Indicateurs de performance de l'outil OPERA	217
Tableau 24. Document de collecte des données des partenaires	219
Tableau 25. Présentation synthétique du projet MILENER.....	222
Tableau 26. Document de collecte des données projets pour la mise à jour d'OPERA.....	227

Tableau 27. Retour d'expérience sur les étapes de l'expérimentation	231
Tableau 28. Synthèse des objectifs de l'expérimentation et quelques indicateurs de résultats	247
Tableau 29. Les quatre technologies explorées.....	249
Tableau 30. Liste de dix propriétés recensées pour l'électromouillage.....	253
Tableau 31. Exemple de dix fonctions orientées usage recensés pour l'électromouillage	254
Tableau 32. Synthèse de l'évaluation de l'expérimentation par étape	256
Tableau 33. Synthèse de l'évaluation de l'expérimentation sur les quatre technologies investiguées	257

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION ET METHODOLOGIE DE LA RECHERCHE10

CHAPITRE I. INTRODUCTION GENERALE : CONTEXTE INDUSTRIEL, OBJET DE RECHERCHE ET SYNOPSIS 11

CHAPITRE II. UNE THESE « ENRACINEE » : POSTURE EPISTEMOLOGIQUE ET METHODOLOGIE DE RECHERCHE 21

1. Posture épistémologique et approche méthodologique.....	23
1.1. Problématique de recherche : la génération des objets de coopération en situation d'exploration.....	23
1.2. Fondement épistémologique de notre recherche : une posture constructiviste	25
1.3. Une recherche intervention basée sur une étude de cas.....	27
1.3.1. Recherche-intervention et statut du chercheur.....	27
1.3.2. Une recherche basée sur une étude de cas unique.....	28
1.3.2.1. Choix de la méthode des cas.....	28
1.3.2.2. Pertinence du cas MINATEC IDEAs Laboratory.....	29
2. Déroulement de la méthode de recherche	30
2.1. Les étapes de la démarche générale de la recherche.....	30
2.2. La collecte des données empiriques	33
2.2.1. Elaboration d'une grille d'observation.....	33
2.2.2. Les données récoltées et les modes de collecte.....	34
2.2.2.1. Récolte des données issues du cadre d'observation-participante.....	34
2.2.2.2. Récolte des données écrites.....	35
2.2.2.3. Récolte des données orales issues d'entrevues exploratoires.....	35
2.3. Le traitement des données empiriques et le contrôle de la validité des résultats	38
2.3.1. Processus de théorisation à partir de <i>patterns</i> observés	38
2.3.2. Contrôler la validité des connaissances produites.....	39

CONCLUSION ET RESUME DU CHAPITRE II 42

PARTIE 1. DECRYPTER ET INSTRUMENTER LES PARTENARIATS D'EXPLORATION PAR LES THEORIES DE CONCEPTION..... 44

CHAPITRE III. L'INNOVATION : UN CONCEPT MALLEABLE ET ENIGMATIQUE EN CRISE DE REPERE THEORIQUE ACTIONNABLE..... 46

1. Le contexte contemporain de la stratégie d'innovation intensive : un rythme élevé de production d'innovations	48
1.1. Innover pour accéder à une position concurrentielle avantageuse	48
1.2. Le concept d'innovation intensive.....	50
2. L'organisation de l'innovation vue sous le prisme des modèles classiques de gestion de l'innovation	53
2.1. L'innovation vue comme le résultat de la Recherche.....	53
2.1.1. Esquisse de l'histoire du management de la Recherche en entreprise et actualités.....	53
2.1.2. La production de connaissances en innovation.....	55
2.1.2.1. Les ressources et compétences comme fondement de la capacité stratégique....	55
2.1.2.2. L'entreprise innovante est une entreprise apprenante.....	55
2.1.3. Quelques limites et écueils du management de la Recherche.....	56

2.2. L'innovation vue comme le résultat de la créativité : vers une ingénierie des idées.....	58
2.2.1. Entretenir un climat favorable à la créativité à travers des organisations flexibles	58
2.2.2. Une préoccupation croissante de la conception en phase amont	60
2.2.3. Quelques limites et écueils du modèle de management de la créativité.....	64
3. Comprendre l'innovation par les raisonnements de conception.....	65
3.1. Synthèse des deux paradigmes : création et savoir	65
3.2. Etudier l'innovation par l'activité de conception : l'enjeu des raisonnements de conception	66
CONCLUSION ET RESUME DU CHAPITRE III	67
CHAPITRE IV. DES RAISONNEMENTS DE CONCEPTION AUX CO-RAISONNEMENTS DE CONCEPTION.....	68
1. Les Sciences de Conception.....	70
1.1. Introduction aux théories de conception.....	70
1.2. Présentation de quelques théories et méthodes de conception	71
1.2.1. Le paradigme Simonien de la résolution de problème.....	72
1.2.2. La conception ingénierique : un mapping dynamique entre fonctions et structure	74
1.2.2.1. La conception systématique allemande de Pahl et Beitz	74
1.2.2.2. La conception axiomatique de Nam P. Suh	76
1.2.2.3. Le modèle Function-Behavior-Structure de Gero	77
1.2.2.4. Le Coupled Design Process de Braha et Reich	77
2. La Théorie de conception C-K.....	79
2.1. Critiques des théories de conception existantes et prémisses de la théorie C-K : de la « rationalité limitée » à la « rationalité expansible ».....	79
2.2. Le formalisme C-K.....	80
2.2.1. Abrégé de la théorie C-K.....	80
2.2.2. Des espaces de concept et de connaissances en expansion.....	81
2.2.3. Début de la conception : la disjonction.....	82
2.2.4. Fin de la conception : la conjonction.....	83
2.2.5. Interactions entre les espaces C et les espaces K.....	84
2.2.6. Partitions restrictives et partitions expansives : remise en cause de l'identité des objets	85
2.3. Quelques exemples de modélisations par la théorie C-K.....	87
2.3.1. L'exemple du premier photocopieur personnel Canon	87
2.3.2. Au delà de la conception d'un artefact, l'exemple des fractions	89
3. De la compréhension des raisonnements de conception aux co-raisonnements de conception	91
3.1. Panorama des travaux sur la théorie C-K.....	91
3.2. Notre perspective : la théorie C-K pour décrypter et instrumenter les partenariats de conception interentreprises.....	92
CONCLUSION ET RESUME DU CHAPITRE IV	93
CHAPITRE V. COMPRENDRE LES PARTENARIATS D'EXPLORATION POUR MIEUX LES OUTILLER.....	94
1. Les partenariats interentreprises en conception : enjeux, crises et éléments typologiques	97
1.1. Explosion du nombre de partenariats de conception de nouveaux produits	97
1.2. Quelques raisons de coopérer en innovation.....	97
1.2.1. L'interdépendance stratégique fruit de la désintégration verticale.....	97

1.2.2. Partager les investissements de projets de R&D et lutter contre le morcellement des expertises.....	99
1.3. La fragilité des coopérations en R&D.....	100
1.4. La recherche sur les coopérations : comprendre les raisons des échecs par les processus de coopération.....	101
1.4.1. D'une compréhension statique des facteurs d'échecs... ..	101
1.4.2. ... à une compréhension dynamique des phénomènes de coopération : de nouvelles orientations pour la Recherche.....	102
2. Les partenariats d'exploration	103
2.1. Définition des partenariats d'exploration.....	103
2.1.1. Définition générale.....	103
2.1.2. Un collectif orienté vers l'exploration.....	103
2.1.3. Cartographe des terrains encore inconnus.....	104
2.1.4. Sous-traitance - Co-développement - Partenariat d'exploration : quelles différences ?	105
2.1.4.1. La sous-traitance ou l'absence de coopération.....	105
2.1.4.2. Le co-développement : une approche réglée de la coopération	106
2.1.4.3. Les partenariats d'exploration : une approche innovante de la coopération.....	107
2.2. Caractérisation des déterminants du processus de co-exploration	109
2.2.1. Le stade d'émergence de la co-exploration interfirmes : un concept plus ou moins bien identifié <i>ex-ante</i>	109
2.2.2. Les partenariats d'exploration : modèles existants et crises reportées.....	111
2.2.2.1. Des modèles linéaires limités	111
2.2.2.2. Apprentissage et crise de cohésion/coordination.....	113
2.2.3. La fin des partenariats d'exploration : une forme de coopération transitoire.....	116
3. Une littérature limitée pour modéliser et instrumenter les partenariats d'exploration : esquisses de nouvelles perspectives de recherche.....	118
3.1. Comment comprendre les processus de co-exploration ?	118
3.1.1. Une littérature limitée pour décrire les processus de définition de la common purpose et la génération de projets innovants	118
3.1.2. Esquisse de notre proposition théorique	122
3.2. Comment agir dans un partenariat d'exploration ?.....	123
3.2.1. Des principes organisationnels mais très peu d'outils expérimentés pour piloter des champs d'innovations technologiques.....	123
3.2.2. Esquisse de notre proposition managériale.....	126
CONCLUSION ET RESUME DU CHAPITRE V	127
RESUME DE LA PARTIE 1	129

PARTIE 2. MODELISER LA GENERATION DES OBJETS DE COOPERATION DANS UN PARTENARIAT D'EXPLORATION TRANSECTORIEL..... 132

CHAPITRE VI. MINATEC IDEAs Laboratory® : DES PARTENAIRES AUX SAVOIRS ET INTERETS HETEROGENES	134
1. Les Micro-nanotechnologies à Grenoble	136
1.1. MINATEC : temple européen des micro-nanotechnologies	136
1.2. Les nanotechnologies : un terrain de jeu vaste et prometteur.....	139
2. MINATEC IDEAs Laboratory : un cas d'étude unique	141

2.1. Présentation générale de MINATEC IDEAs Laboratory : valeurs et missions du partenariat	141
2.2. Positionnement de MINATEC IDEAs Laboratory dans le modèle RID	143
2.3. Type structurel, pouvoir hiérarchique et multi-appartenances	146
2.4. Spécificités du cas MINATEC IDEAs Laboratory.....	148
3. Les conditions de la co-exploration à MINATEC IDEAs Laboratory	151
3.1. Un partenariat d'exploration pour explorer des concepts et des relations partenariales...151	
3.2. L'exploration des concepts à MINATEC IDEAs Laboratory.....	152
3.3. L'exploration des intérêts et des relations à MINATEC IDEAs Laboratory.....	156
3.3.1. Description synthétique des partenaires industriels du MINATEC IDEAs Laboratory	156
3.3.2. Partenaires industriels orientés Concept.....	157
3.3.3. Partenaires industriels orientés Connaissances	158
CONCLUSION ET RESUME DU CHAPITRE VI	160
CHAPITRE VII. PROPOSITION D'UN MODELE THEORIQUE POUR MODELISER LA GENERATION DES OBJETS DE COOPERATION	162
1. Modéliser les invariants des situations de coopération : les principes fondamentaux de notre modélisation et le vocabulaire employé.....	165
1.1. Décrire et comparer les entreprises collaboratrices par leur profil C-K.....	165
1.2. Décrire les objectifs de la coopération en lui attribuant des propriétés universelles	168
1.3. Décrire les actions des concepteurs par les opérateurs de la théorie C-K.....	168
1.4. Décrire les interactions des partenaires en superposant les profils C-K des partenaires..168	
2. Le Modèle Matching/Building	170
2.1. Synthèse générale.....	170
2.2. Description du processus de <i>Matching</i> : déterminer des intersections entre profils C-K ..173	
2.3. Description du processus de <i>Building</i> : transformer les profils C-K	174
2.3.1. Pré-requis : la théorie CKE.....	174
2.3.2. Description du processus de <i>Building</i>	177
2.4. Modélisation de la définition des objets de la coopération.....	179
2.5. Limites du Modèle Matching/Building.....	180
3. Le Modèle Matching/Building en action à MINATEC IDEAs Laboratory	181
3.1. Un regard sur des pratiques implicites de <i>Matching</i> et de <i>Building</i>	181
3.2. Des exemples d'intersections de profils C-K à MINATEC IDEAs Laboratory.....	183
3.2.1. Une intersection existante révélée par un <i>Matching</i> par les C.....	184
3.2.2. Une intersection existante révélée par un <i>Matching</i> par les K.....	185
3.2.3. Une nouvelle intersection révélée par un <i>Matching</i> par les C	186
3.2.4. Une nouvelle intersection révélée par un <i>Matching</i> par les K.....	187
3.3. Le processus de <i>Building</i> à travers le concept du capteur dans l'habitat	188
3.4. Evolution de la définition des objets de coopération à MINATEC IDEAs Laboratory .192	
3.4.1. Champs d'innovation, objets-génériques et objets-partenaires à MINATEC IDEAs Laboratory	192
3.4.2. Une perspective de recherche : des formes de coopération différentes selon l'état de l'objet de la coopération.....	193
CONCLUSION ET RESUME DU CHAPITRE VII.....	195
RESUME DE LA PARTIE 2	197

PARTIE 3. INSTRUMENTER LES ACTIVITES D'EXPLORATION COLLECTIVE 199

CHAPITRE VIII. CARTOGRAPHIER DES CHAMPS D'INNOVATION POUR PILOTER LA CO-EXPLORATION 201

1. Proposition d'un outil de pilotage de champs d'innovation : OPERA.....	204
1.1. Objectifs et contexte d'utilisation d'OPERA.....	204
1.2. Les principaux constituants de l'outil méthodologique OPERA.....	206
1.2.1. Description de l'espace K d'OPERA.....	206
1.2.2. Description de l'espace C d'OPERA.....	207
1.3. Description de l'utilisation de l'outil méthodologique OPERA.....	209
1.3.1. Etape 1 : Formuler le champ d'innovation.....	209
1.3.2. Etape 2 : Partager des connaissances sur le champ d'innovation.....	209
1.3.3. Etape 3 : Impulser une direction à l'exploration.....	210
1.3.4. Etape 4 : Conduire et présenter les projets d'innovation.....	212
1.3.4.1. Conduite des projets et mise à jour d'OPERA.....	212
1.3.4.2. Présentation des résultats intermédiaires des projets d'innovation.....	212
1.3.5. Etape 5 : Fin d'OPERA et évaluation finale de l'exploration.....	213
2. Expérimentation d' OPERA sur « ENERGIE EN MOBILITE ».....	216
2.1. Protocole expérimental.....	216
2.1.1. Contexte de l'expérimentation.....	216
2.1.2. Indicateurs de résultat.....	217
2.2. Les étapes et les résultats de l'expérimentation ENERGIE EN MOBILITE.....	218
2.2.1. Etape 1 : Formuler le champ d'innovation.....	218
2.2.2. Etape 2 : Partager des connaissances sur le champ d'innovation.....	218
2.2.3. Etape 3 : Impulser une direction à l'exploration.....	219
2.2.4. Etape 4 : Conduire et présenter les projets d'innovation.....	220
2.2.4.1. Phase 1 : Le projet MILENER (janvier 08-juillet 08).....	221
2.2.4.2. Phase 2 : Les projets P0, P1 et P2 (juillet 08-février 09).....	226
2.2.5. Etape 5 : Fin d'OPERA et évaluation de l'exploration.....	228
3. Discussion des résultats de l'expérimentation et perspectives de recherche.....	229
3.1. Evaluation des étapes de l'expérimentation ENERGIE EN MOBILITE.....	229
3.2. Evaluation générale de l'outil méthodologique OPERA.....	231
3.2.1. Un outil pour rapprocher conception et stratégie.....	231
3.2.2. Réduire les crises de cohésion/coordination par l'instrumentation d'objet-frontière.....	233
3.2.3. Un outil apprécié par les participants.....	234
3.2.4. Limites de l'outil et perspectives de recherche.....	235

CONCLUSION ET RESUME DU CHAPITRE VIII 238

CHAPITRE IX. CO-EXPLORER DES TECHNOLOGIES EMERGENTES : VERS LE CONCEPT D'IDENTITE TECHNOLOGIQUE 239

1. Enjeux et difficultés de l'exploration technologique à MINATEC IDEAs Laboratory.....	242
1.1. La technologie comme point de départ de la conception à MINATEC IDEAs Laboratory.....	242
1.2. Quels outils méthodologiques pour explorer des technologies émergentes ?.....	243
1.2.1. « L'innovation orientée usage » déstabilisée face aux technologies en émergence : ni utilisateurs ni prototypes.....	243
1.2.2. Les boîtes à outil de créativité : une vision réductrice de la technologie.....	244

1.2.3. Explorer une technologie émergente : un espace délaissé au profit des seuls technologues ?	244
2. Expérimenter la co-exploration sur des projets de micro-nanotechnologies.....	246
2.1. Contexte, objectifs de l'expérimentation et indicateurs de résultat	246
2.2. Présentation du protocole de recherche et des technologies investiguées	247
2.2.1. Présentation générale du protocole expérimental	247
2.2.2. Présentation des quatre micro-nanotechnologies	249
2.2.2.1. Choix des technologies expérimentées	249
2.2.2.2. Une technologie de microfluidique : l'électromouillage.....	249
2.2.2.3. Vers des nouveaux matériaux : les nanotubes de carbones	250
2.2.2.4. Managy : un système de micro-capteurs intelligents.....	251
2.2.2.5. Technologie de récupération d'énergie : le Bouton-poussoir	252
2.3. Résultats de l'expérimentation	252
3. Interprétation des résultats de notre expérimentation : explorer l'identité technologique.....	258
3.1. Discours du technologue et raisonnement de conception.....	258
3.2. L'exploration d'une technologie en devenir : le concept d' <i>identité technologique</i>	260
3.3. De la déconstruction de l' <i>identité d'emprunt</i> à l'émergence d'une nouvelle identité : retour sur la technologie de l'électromouillage	262
CONCLUSION ET RESUME DU CHAPITRE IX	269
RESUME DE LA PARTIE 3	270
CONCLUSION GENERALE.....	272
CHAPITRE X. CONCLUSION ET PERSPECTIVES DE RECHERCHE	273
1. Enseignements théoriques pour comprendre la genèse des projets de coopération : l'apport des co-raisonnements de conception.....	275
2. Enseignements managériaux	277
2.1. L'apport d'OPERA pour gérer collectivement des champs d'innovation	277
2.2. Vers une vision élargie du processus d'exploration technologique : le concept d'identité technologique.....	278
3. Perspectives de recherche	281
ANNEXES	284
LISTE DES FIGURES	295
LISTE DES TABLEAUX	299
TABLE DES MATIERES.....	301
BIBLIOGRAPHIE.....	307

BIBLIOGRAPHIE

- Abernathy, W. et Utterback, J. (1978). Patterns of Industrial Innovation, *Technology Review*, vol. 80, n° 7, pp. 40-47.
- Achelhi, H. (2007). *Le pilotage du processus d'émergence d'un réseau coopératif : analyse des réseaux de proximité géographique*. Thèse de doctorat en Génie Industriel, Institut National Polytechnique de Lorraine, Laboratoire ERPI, Nancy, 197p.
- Adler, N., Shani, R. et Styhre, A. (2003). *Collaborative Research in Organizations : Foundations for Learning, Change and Theoretical Development*, Sage Publications, New York, 383p.
- Agrawal, S. et Ikuma, T. (1995). Canon Inc.: Personal copiers in *New Product Success Stories : Lessons from Leading Innovators*, ed. R.J. Thomas, John Wiley and Sons Inc., New York, pp 152-162.
- Akrich, M., Callon, M. et Latour, B. (1988). A quoi tient le succès des innovations ? 1. L'art de l'intéressement, *Gérer et comprendre*, Annales des Mines, pp. 4-17.
- Akrich, M., Callon, M. et Latour, B. (2002a). The key to success in innovation - Part I: The art of interressement, *International Journal of Innovation Management*, vol. 6, n° 2, pp. 187-206.
- Akrich, M., Callon, M. et Latour, B. (2002b). The key to success in innovation - Part II: The Art of Choosing Good Spokespersons, *International Journal of Innovation Management*, vol. 6, n° 2, pp. 207-225.
- Allard-Poesi, F. et Perret, V. (2003). La recherche-action, in *Conduire un projet de recherche : Une perspective qualitative*, ed. Y. Giordano, EMS, Paris, pp. 85-132.
- Altshuller, G.S., Shulyak, L. et Rodman, S. (1999). *The innovation algorithm : TRIZ, systematic innovation and technical creativity*, Technical Innovation Ctr (1st edition), Worcester, MA, 312p.
- Amabile, T.M. (1982). Social Psychology of Creativity : A Consensual Assesment Technique, *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 43, n° 5, pp. 997-1013.
- Amabile, T.M. (1998). How to kill creativity ? *Harvard Business Review*, vol. 76, n° 5, pp. 76-87.
- Amabile, T.M., Conti, R., Coon, H., et al. (1996). Assessing the work environment for creativity, *Academy of Management Journal*, vol. 39, n° 5, pp. 1154-1184.
- Aoussat, A. (1990). *La pertinence en innovation : nécessité d'une approche plurielle*. Thèse de doctorat en Génie Industriel, ENSAM, Paris.
- Argyris, C. (1993). *Knowledge for Action : A Guide to Overcoming Barriers to Organizational Change*, Jossey-Bass Inc., San Francisco, 309p.
- Argyris, C., Putnam, R. et Smith, D. (1985). *Action science*, Jossey-Bass San Francisco.
- Argyris, C. et Schön, D.A. (2002). *Apprentissage organisationnel : théorie, méthode, pratique*, De Boeck Université (trad. de 1^{ère} édition américaine), Paris, 380p.
- Argyris, M. et Schön, D. (1974). *Theory in Practice : Increasing professional effectiveness*, Jossey-Bass, San Francisco, 260p.

Ariño, A., Abramov, M. et Skorobogatykh, I., *et al.* (1997). Partner Selection and Trust Building in West European-Russian Joint-Ventures, *International Studies of Management and Organization*, vol. 27, n° 1, pp. 19-37.

Armstrong, M. (2002). *Competition in two-sided markets*, 57th Econometric Society European Meeting, Venice, 25-28th August.

Astley, G.W. (1984). Toward an Appreciation of Collective Strategy, *Academy of Management Review*, vol. 9, n° 3, pp. 526-535.

Atallah, G. (2000). *Vertical R&D spillovers, cooperation, market structure, and innovation*, Série scientifique, Université de Montréal, Centre Universitaire de recherche en analyse des organisations, Montréal, p44.

Bachelard, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique*, Libraire Philosophique, J. Vrin, Paris.

Baldwin, C.Y. et Clark, K.B. (2000). *Design rules : The power of modularity*, MIT Press, vol. 1, Cambridge MA.

Baldwin, C.Y. et Clark, K.B. (2004). Modularity in the design of complex engineering systems, in *Complex Engineered Systems : Science Meets Technology*, ed. D. Brahan, A. Minai, Y. Bar-Yam, pp. 175-205.

Baldwin, C.Y. et Clark, K.B. (2006), Between "Knowledge" and the "Economy": Notes on the Scientific Study of Designs, in *Advanced Knowledge and the Knowledge Economy*, ed. D. Kahin et B. Foray, MIT Press, Cambridge, MA.

Barnard, C.I. (1968). *The functions of the Executive*, Harvard University Press, p334.

Barney, J.B. (1991). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage, *Journal of Management*, vol. 17, n° 1, pp. 99-120.

Barrett, F.J. (1998). Creativity and Improvisation in Jazz and Organizations: Implications for Organizational Learning, *Organization Science*, vol. 9, n° 5, pp. 605-622.

Bassett-Jones, N. (2005). The Paradox of Diversity Management, Creativity and Innovation, *Creativity and Innovation Management*, vol. 14, n° 2, pp. 169-175.

Beelaerts van Blokland, W.W.A., Verhagen, W.J.C. et Santema, S.C. (2008). The Effects of Co-Innovation on the Value-time Curve : Quantitative Study on Product Level, *Journal of Business Market Management*, vol. 2, n° 1, pp. 5-24.

Belkadi, F., Bonjour, E. et Dulmet, M. (2004). Démarche de modélisation d'une situation de conception collaborative, in *Coopération et organisation numérique*, ed. B. Eynard et N. Matta, vol. 8, n°1, pp. 93-106.

Ben Mahmoud-Jouini, S., Charue-duboc, F., Lenfle, S., *et al.* (2009). *Digging into exploration processes within established firms : Insights from two entities dedicated to enhancing radical innovation to support existing business*, 16th International Product Development Management, University of Twente, Enschede, Netherlands, 7-9th June.

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 en Génie Industriel, Institut National Polytechnique de Lorraine, Laboratoire ERPI, Nancy, 205p.

- Benghozi, P.-J., Charue-Duboc, F. et Midler, C. (2000). *Innovation based competition & design systems dynamics : lessons from French innovative firms and organizational issues for the next decade*, collection Economiques, Harmattan, Paris, 348p.
- Bleeke, J. et Ernst, D. (1991). The way to win in cross-border alliance, *Harvard Business Review*, vol. 69, n° 6, pp. 127-135.
- Blessing, L.T.M. (1995), Comparison of design models proposed in prescriptive literature, in *Social Shaping of Design: The Role of Design in the Shaping of Technology*, ed. J. Perrin et D. Vinck, Commission of the European Communities, pp. 187-212.
- Blomqvist, K., Hurmelinna, P. et Seppänen, R. (2005). Playing the collaboration game right - balancing trust and contracting, *Technovation*, vol. 25, n° 5, pp. 497-504.
- Boden, M.A. (1990). *The Creative Mind: Myths and Mechanisms*, Routledge, 360p.
- Borella, M. (2006). *Contrôle de la fonctionnalisation de surface de revêtements obtenus par PECVD à partir d'un composé organosilicié cyclique*. Thèse de doctorat en Science et Ingénierie des Matériaux, Institut national Polytechnique de Lorraine, École Nationale Supérieure des Mines de Nancy.
- Bossink, B.A.G. (2002). The development of co-innovation strategies :stages and interaction pattern in interfirm, *R&D Management*, vol. 32, n° 4, pp. 311-320.
- Bossink, B.A.G. (2007). The interorganizational innovation processes of sustainable building : A Dutch case of joint building innovation in sustainability, *Building and Environment*, vol. 42, n° 12, pp. 4086-4092.
- Boujut, J.F. et Blanco, E. (2003). Intermediary Objects as a Means to Foster Co-operation in Engineering Design, *Computer Supported Cooperative Work*, vol. n° 12, pp. 205-219.
- Boujut, J.F. et Linca, C. (2009). *Innovative design method in the food processing industry: discussion on C-K and Triz*. XVIIth International Conference on Engineering Design, 24-27 August 2009, Stanford, USA, pp. 25-36.
- Boullier, D. (1997). *La connaissance stratégique des usages*. Conférence scientifique de France Telecom, [<http://www.francetelecom.com/sirius/rd/fr/memento/mento10/chap4.pdf> , accédé en 03/2010].
- Bourgeois, L.J., Kathleen III. et Eisenhardt, K.M. (1988). Strategic Decision Processes in High Velocity Environments: Four Cases in the Microcomputer Industry, *Management Science*, vol. 34, n° 7, pp. 816-835.
- Bower, J.L. et Christensen, C.M. (1995). Disruptive Technologies: Catching the Wave, *Harvard Business Review*, vol. 73, n° 1, pp. 43-53.
- Bowker, G.C. et Star, S.L. (1999). *Sorting things out classification and its consequences*. MIT Press, Cambridge, MA, 389p.
- Braha, D. et Reich, Y. (2003). Topological structures for modelling engineering design processes, *Research in Engineering Design*, vol. 14, n° 4, pp. 185-199.
- Brouthers, K.D. et Brouthers, L.E. (1997). The Five Stages of the Co-operative Venture Strategy Process, *Journal of General Management*, vol. 23, n° 1, pp. 39-52.
- Brouthers, K.D., Brouthers, L.E. et Wilkinson, T.J. (1995). Strategic alliances: Choose your partners, *Long Range Planning*, vol. 28, n° 3, pp. 18-25.

- Burns, T. et Stalker, G.M. (1994). *The management of innovation*. 3^{ème} édition (1^{ère} édition 1961), Tavistock Publications, Londres.
- Burt, R.S. (2004). Structural Holes and Good Ideas, *American Journal of Sociology*, vol. 110, n° 2, pp. 349-399.
- Calvi, R., Le Dain, M.A. et Harbi, S. (2002). La conception collaborative interentreprises (CCI): proposition de typologie et préconisations manageriales, *Cahier du CERAG*, vol. 2, n°2.
- Camella, T. (1966). What makes creative people different ? *Management Review*, vol. 55, n° 7, pp. 46-51.
- Chabaud, D., Parthenay, C. et Perez, Y. (2007). *Oliver E. Williamson : contribution majeure à l'analyse économique des organisations*, Groupe Réseaux Université Paris-Sud.
- Chanal, V., Lesca, H. et Martinet, A.C. (1997). Vers une ingénierie de la recherche en science de gestion, *Revue française de gestion*, vol. 116, n° pp. 41-51.
- Chanal, V. et Mothe, C. (2004). *Quel design organisationnel pour combiner innovation d'exploration et innovation d'exploitation?* XIII^{ème} Conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique, Normandie, 2-4 Juin.
- Chanal, V. et Tannery, F. (2005). La communication de la stratégie ou l'art de persuader. Le cas du groupe Lafarge, *Revue française de gestion*, vol. 6, n° 159, pp. 165-186.
- Chapel, V. (1997). *La croissance par l'innovation : de la dynamique d'apprentissage à la révélation d'un modèle industriel. Le cas Tefal*. Thèse de doctorat en Sciences de Gestion, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, Paris, 274p.
- Chassell, L.M. (1916). Tests for originality, *The journal of educational psychology*, vol. 7, n° 6, pp. 317-328.
- Cherni, M. et Fréchet, M. (2006). *Choisir son partenaire pour innover : critères et processus*. XV^{ème} Conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique, Annecy/Genève, 13-16 Juin.
- Chesbrough, H.W. (2003). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Harvard Business School Press, Boston, MA, 272p.
- Christensen, C.M. (1997). *The Innovator's Dilemma : When New Technologies Cause Great Firms to Fail*. Harvard Business School Press, Boston, MA, 225p.
- Christensen, C.M. et Raynor, M.E. (2003). *The innovator's solution: Creating and sustaining successful growth*. Harvard Business School Press, Boston, MA, 288p.
- Christensen, C.M. et Rosenbloom, R.S. (1995). Explaining the attacker's advantage: technological paradigms, organizational dynamics, and the value network, *Research Policy*, vol. 24, n° 2, pp. 233-257.
- Christensen, J.F., Olesen, M.H. et Kjaer, J.S. (2005). The industrial dynamics of open innovation - Evidence from the transformation of consumer electronics, *Research Policy*, vol. 34, n° pp. 1533-1549.
- Clark, K. et Fujimoto, T. (1991). *Product development performance. Strategy, organization and management in the world auto industry*. Harvard Business School Press, Boston, MA, 396p.

- Clark, K.B. (1985). The interaction of design hierarchies and market concepts in technological evolution, *Research Policy*, vol. 14, n° pp. 235-251.
- Clark, K.B. et Wheelwright, S.C. (1992). Organizing and leading 'heavyweight' development teams, *California Management Review*, vol. 34, n° 3, pp. 9-28.
- Coase, R.H. (1937). The nature of the firm, *Economica*, vol. 4, pp. 386-405.
- Cohen, W.M. et Levinthal, D.A. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation, *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, n° 1 - Special Issue: Technology, Organizations, and Innovation, pp. 128-152.
- Cooper, R.G. (1976). Introducing Successful New Industrial Products, *European Journal of Marketing*, vol. 10, n° 6, pp. 300-328.
- Cooper, R.G. et Kleinschmidt, E.J. (1993). Stage Gate Systems for New Product Success, *Marketing Management*, vol. 1, n° 4, pp. 20-29.
- Coughlan, P. et Coughlan, D. (2002). Action Research for operations management, *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 22, n° 2, pp. 220-240.
- Cremer, C. et Plety, R. (2008). *Pour une pédagogie de l'innovation*, Atelier ARTEM de Nancy, 11p.
- Cross, N. (2000). *Engineering design methods strategies for product design*, 3rd ed, Wiley, Chichester, UK, 224p.
- D'Aveni, R.A. et Gunther, R.E. (1994). *Hypercompetition : managing the dynamics of strategic maneuvering*. Free Press, New York, 448p.
- Dameron, S. (2000). *Génération de la coopération dans l'organisation*. Thèse de doctorat en Sciences de Gestion, Université Paris IX Dauphine, Paris.
- Dameron, S. (2002). La dynamique relationnelle au sein d'équipes de conception, *Le Travail Humain*, vol. 65, n° 4, pp. 51-73.
- Dannels, E. (2002). The dynamics of product innovation and firm competences, *Strategic Management Journal*, vol. 23, n° 12, pp. 1095-1121.
- Das, T.K. et Bing-Sheng, T. (1997). Sustaining Strategic Alliances: Options and Guidelines, *Journal of General Management*, vol. 22, n° 4, pp. 49-64.
- Das, T.K. et Teng, B.S. (1996). Risk types and inter-firm alliance structures, *Journal of Management Studies*, vol. 33, n° 6, pp. 827-843.
- Das, T.K. et Teng, B.S. (1998). Between Trust and control: developing confidence in partner cooperation in alliances, *Academy of Management Journal*, vol. 23, n° 3, pp. 419-512.
- Das, T.K. et Teng, B.S. (2000). Instabilities of Strategic Alliances: An Internal Tensions Perspective, *Organization Science*, vol. 11, n° 1, pp. 77-102.
- David, A. (2000), Logique, épistémologie et méthodologie en sciences de gestion : trois hypothèses revisitées, in *Les nouvelles fondations des sciences de gestion, éléments d'épistémologie de la recherche en management*, ed. A. David, A. Hatchuel et R. Laufer, 2nd edition, Vuibert, Paris, 213p.
- De Terssac, G. et Friedberg, E. (1996). *Coopération et Conception*, 2nd edition, Octarès, 330p.

- Delemarle, A. (2007). *Les leviers de l'action de l'entrepreneur institutionnel : le cas des micro et nanotechnologies et du pôle de Grenoble*. Thèse de doctorat en Sciences de Gestion, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 223p.
- DELOITTE (2004). *Mastering Innovation : exploiting ideas for profitable growth*, Deloitte Research. [<http://www.e50.com.my/pdf/Mastering%20Innovation.pdf> , accédé en 03/2010]
- Des, G. et Beard, D. (1984). Dimensions of organizational task environments, *Administrative Science Quarterly*, vol. 29, n°1, pp. 52-73.
- Diehl, M. et Stroebe, W. (1987). Productivity loss in brainstorming groups : Toward the solution of a riddle, *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 53, n° 3, pp. 497-509.
- Dosi, G. (1988). Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation, *Journal of economic literature*, vol. 26 n° 3, pp. 1120-1171.
- Doz, Y. et Hamel, G. (2000). *L'avantage des alliances : logiques de création de valeur*, Dunod, Paris, 325p.
- Doz, Y.L. (1996). The Evolution of Cooperation in Strategic Alliances : Initial Conditions or Learning Processes ? *Strategic Management Journal*, vol. 17, Special Issue : Evolutionary Perspectives on Strategy, pp. 55-83.
- Dunford, M. (1988). Grenoble and Central Scotland's regional electronics industries, *Research papers in geography*, vol. 18.
- Eisenhardt, K.M. (1989). Building Theories from Case Study Research, *Academy of Management Review*, vol. 14, n° 4, pp. 532-550.
- Eisenhardt, K.M. et Brown, S.L. (1998). Time Pacing : Competing in markets that won't stand still, *Harvard Business Review*, March-April, pp. 59-69.
- Eisenhardt, K.M. et Martin, J.A. (2000). Dynamic capabilities : What are they ? *Strategic Management Journal*, vol. 21, n° 10-11, pp. 1105-1121.
- Elmqvist, M. et Le Masson, P. (2009). The value of a 'failed' R&D project: an emerging evaluation framework for building innovative capabilities, *R&D Management*, vol. 39, n° 2, pp. 136-152.
- Elmqvist, M. et Segrestin, B. (2007). Towards a New Logic for Front End Management: From Drug Discovery to Drug Design in Pharmaceutical R&D, *Creativity and Innovation Management*, vol. 16, n° 2, pp. 106-120.
- Etzkowitz, H. (2008). *The triple helix : university-industry-government innovation in action*, Routledge, New York, 164p.
- Etzkowitz, H. et Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university-industry-government relations, *Research Policy*, vol. 29, n° 2, pp. 109-123.
- Faulkner, P. et Runde, J. (2009). On the identity of technological objects and user innovations in functions, *Academy of Management Review*, vol. 34, n° 3, pp. 442-462.
- Felk, Y., Le Masson, P. et Cogez, P. (2009). *Absorptive or "desorptive" capacity ? Managing advanced R&D in semi-conductor for radical innovation*. XVIth International Product Development Conference, University of Twente, Enschede, Netherland, 8th-9th June.

- Feynman, R.P. (1960). There's Plenty of Room at the Bottom, *Engineering and Science*, vol. 23, n° 5, pp. 22-36.
- Finon, D. (2008). La fourniture d'énergie entre concurrence et développement durable : nouvelles régulations et nouvelles stratégies, *Metropolis - Flux*, vol. 4, n° 74, pp. 9-21.
- Ford, D. et Ryan, C. (1981). Taking technology to market, *Harvard Business Review*, vol. 59, n° 2, pp. 117-126.
- Forest, F., Mallein, P. et Panisset, J. (1999). Profils d'utilisateurs et significations d'usage des sites documentaires sur internet : l'exemple de Redoc et de Redost, *Bulletin des Bibliothèques de France*, vol. 44, n° 5, pp 52-58.
- Forest, J. et Mehier, C. (2001). John R. Commons and Herbert A. Simon on the Concept of Rationality, *Journal of Economic Issues*, vol. 35, n° 3, pp. 591-605.
- Foss, N.J. (2003). Selective Intervention and Internal Hybrids : Interpreting and Learning from the Rise and Decline of the Oticon Spaghetti Organization, *Organization Science*, vol. 14, n° 3, pp. 331-349.
- Fouillet, Y. (2007). *Plate-forme microfluidique discrète et électromouillage*. XVIII^{ème} Congrès Français de Mécanique, Grenoble, 27-31 août.
- Frechet, M. (2003). *Les conflits dans les partenariats d'innovation : essai de propositions*. XII^{ème} Conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique, Tunis, 3-6 juin.
- Gallupe, R.B., Dennis, A.R., Cooper, W.H., et al. (1992). Electronic brainstorming and group size, *Academy of Management Journal*, vol. 35, n° 2, pp. 350-369.
- Garel, G., *Les partenariats sont-ils toujours "gagnant-gagnant"?* (2000). Conférence de l'Ecole de Paris de Management, Ressources technologiques et innovation, 17 mai, Paris.
[http://ecole.org/seminaires/FS2/RT_34/RT170500.pdf/view , accédé en 03/2010]
- Garel, G. et Rosier, R. (2007). *Gérer l'exploration : le cas des technologies à haut potentiel*. 35^{ème} congrès de l'Association des sciences administratives du Canada (ASAC), Ottawa, Ontario, 2 -5 Juin.
- Garel, G. et Rosier, R. (2008a). De la valeur-client à la valeur-amont : management de l'exploration et analyse de valeur, *Revue sciences de gestion*, vol. 64, pp. 43-96.
- Garel, G. et Rosier, R. (2008b). Régimes d'innovation et exploration, *Revue française de gestion*, vol. 7, n°187, pp. 127-144.
- Garel, G., Rosier, R. et Touvard, F. (2008). *Stratégies et organisations des processus d'exploration : le cas de la pile à combustible chez Axane/ Air liquide*, Séminaire MDI, Chaire de management de l'innovation de l'Ecole Polytechnique Paris.
- Gastaldi, L. (2007). *Stratégies d'innovation intensive et management de la recherche en entreprise - vers un nouveau modèle de recherche concurrente*. Thèse de doctorat en Sciences de Gestion, Université de Marne-la-Vallée, UFR SHS, 600p.
- Gastaldi, L. et Midler, C. (2005). Innovation intensive et dynamique de l'activité de recherche: Le cas d'un groupe de chimie de spécialités, *Revue Française de Gestion*, vol. 31, n° 155, pp. 173-195.
- Gautier, F. et Lenfle, S. (2004). L'avant-projet: définitions et enjeux, in *Faire de la recherche en management de projet*, ed. Garel, G., V. Giard, et , C., Midler, Vuibert, Paris, pp. 11-33.

- Gawer, A. (2000). *The organization of platform leadership: an empirical investigation of intel's management processes aimed at fostering complementary innovation by third parties*. Thesis, Massachusetts Institute of Technology, Sloan School of Management, 364p.
- Gawer, A. et Cusumano, M.A. (2008). How Companies Become Platform Leaders, *MIT Sloan Management Review*, vol. 49, n° 2, pp. 28-35.
- Gawer, A. et Henderson, R. (2007). Platform owner entry and innovation in complementary markets: evidence from intel, *Journal of Economics & Management Strategy*, vol. 16, n° 1, pp. 1-34.
- Geisler, E., Furino, A. et Kiresuk, T.J. (1990). Factors in the Success or Failure of Industry-University Cooperative Research Centers, *Interfaces*, vol. 20, n° 6, pp. 99-109.
- George, V.P. et Farris, G. (1999). Performance of alliances: formative stages and changing organizational and environmental influences, *R&D Management*, vol. 29, n° 4, pp. 379-389.
- Gero, J.S. (1990). Design prototypes : a knowledge representation schema for design, *Artificial Intelligence magazine*, vol. 11, n° 4, pp. 26-36.
- Gero, J.S. (1994). Computational models of creative design processes, *Artificial Intelligence and Creativity : An Interdisciplinary Approach*, ed. Dartnall, T., Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp. 269-281.
- Gero, J.S. (2000). Computational Models of Innovative and Creative Design Processes, *Technological Forecasting & Social Change*, vol. 64, pp. 183-196.
- Gibson, E.J., Adolph, K. et Eppler, M. (1999). Affordances. *The MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences*. ed. Wilson, R. A et Keil, F., MIT Press, Cambridge, MA, pp. 4-6.
- Gillier, T. et Piat, G. (2008). *Co-designing broad scope of technology-based applications in an exploratory partnership*. Xth International Design Conference, Dubrovnik, Croatia, 19th-22th May.
- Gillier, T., Piat, G., Roussel, B. et Truchot P. (2009). *Portfolio management of innovation fields : applying C-K Design Theory in cross industry exploratory partnership*. XVIth International Product Development Management Conference, University of Twente, Enschede, The Netherlands, June 7th-9th.
- Gillier, T., Piat, G., Roussel, B. et Truchot P. (Nov 2010). Managing innovation fields in a cross-industry exploratory partnership with c-k design theory, *Journal of Product Innovation Management*, Special Issue Twente.
- Gillier, T., Piat, G., (co-auteurs possibles). (2010). Beyond the Presumed Identity of Emerging Technology : can C-K Design Theory push technology ahead ?, *Creativity and Innovation Management* (en soumission).
- 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.
[<http://crg.polytechnique.fr/fichiers/crg/publications/pdf/2009-02-11-1490.pdf> accédé en 03/2010]
- 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. et Strauss, A.L. (1967). *The discovery of grounded theory : strategies for qualitative research*. Aldine Publishing Company, Chicago.
- Godet, M. (2000). The art of scenarios and strategic planning: tools and pitfalls, *Technological forecasting and social change*, vol. 65, n° 1, pp. 3-22.
- Grove, A.S. (1996). *Only the Paranoid Survive*. Doubleday Business, New York, 224p.
- Guilford, J.P. (1950). Creativity, *American Psychologist*, vol. 5, n° 9, pp. 444-454.
- Guilford, J.P. (1967). *The nature of human intelligence*. McGraw-Hill, New York, 538p.
- Gulati, R. (1998). Alliances and Networks, *Strategic Management Journal*, vol. 19, n° 4, pp. 293-317.
- Gurau, C. (2007). Porter's generic strategies: a re-interpretation from a relationship marketing perspective, *Marketing Review*, vol. 7 (Winter), n° 4, pp. 369-383.
- Hagedoorn, J. (2002). Inter-firm R&D partnerships: an overview of major trends and patterns since 1960, *Research Policy*, vol. 31, n° 4, pp. 471-492.
- Harrigan, K.R. (1988). Strategic Alliances and Partner Asymmetries, *Management International Review*, vol. 28, Special Issue, pp. 53-71.
- Hartnett, P.M. et Gelman, R. (1998). Early understandings of number: paths or barriers to the construction of new understandings ? *Learning and Instruction*, vol. 8, n°4, pp. 341-374.
- Hartwig, K. (2006) *Roadmaps at 2015 on nanotechnology applications in the sectors of: materials, health & medical systems, energy*, Report of European Commission, January.
[http://www.nanoroadmap.it/roadmaps/NRM_Medical_Systems.pdf , accédé en 03/2010]
- Hatchuel, A. (1994). Les savoirs de l'intervention en entreprise, *Entreprise et Histoire*, n° 7, pp. 59-75.
- Hatchuel, A. (1996). Coopération et conception collective. Variété et crises des rapports de prescription. in *Coopération et conception* , ed. de Terssac, G. et Friedberg, E., Octarès, Toulouse, pp101-121.
- Hatchuel, A. (2001). Towards Design Theory and Expandable Rationality: The Unfinished Program of Herbert Simon, *Journal of Management and Governance*, vol. 5, n° 3-4, pp. 260-273.
- Hatchuel, A. (2006), Quelle analytique de la conception ? Parure et Pointe en Design, in *Le design : Essais sur des théories et des pratiques*, sous la direction de B.Flamand, Institut Français de la mode, Ed du Regard, Paris.
- Hatchuel, A. (2008). Conception et Mathématiques : Essai sur le forcing en théorie des ensembles, in *Les nouveaux régimes de la conception : Langages, théories, métiers*, sous la direction d'A. Hatchuel et B. Weil, Vuibert, Cerisy, Paris, pp. 133-149.
- Hatchuel, A., Le Masson, P. et Weil, B. (2001). *De la R&D à la RID: de nouveaux principes de management du processus d'innovation*, Congrès francophone du management de projet, AFITEP, 6 - 7 Novembre, Paris.
- Hatchuel, A., Le Masson, P. et Weil, B. (2005). Activité de conception, organisation de l'entreprise et innovation, in *Travail, entreprise et société, Manuel de sociologie pour des ingénieurs et des scientifiques*, ed. Minguet G. et Thuderoz, C., Presses Universitaires de France , Paris, pp. 97-120

- Hatchuel, A., Le Masson, P. et Weil, B. (2008). *Studying creative design : the contribution of C-K Theory*, NSF International Workshop on Studying Design Creativity, University of Provence, Aix-en-Provence, 10th-11th March.
- Hatchuel, A., Le Masson, P. et Weil, B. (2009). *Design theory and collective creativity: a theoretical framework to evaluate KCP process*, XVIIth International Conference on Engineering Design, Stanford University, USA, 24th-27th August.
- Hatchuel, A. et Le Masson P. et Weil B. (2002). De la gestion des connaissances aux organisations orientées conception, *Revue internationale des sciences sociales*, n° 171, pp. 29-42.
- Hatchuel, A. et Molet, H. (1986). Rational Modelling in Understanding Human Decision Making: about two case studies, *European Journal of Operations Research*, vol. 24, n° 1, pp. 178-186.
- Hatchuel, A. et Weil, B. (1999). *Pour une théorie unifiée de la conception, Axiomatiques et processus collectives*, présentation au GIS-Cognition CNRS, Paris, pp. 1-27.
- Hatchuel, A. et Weil, B. (2002). *C-K Theory : Notions and applications of a unified design theory*, Herbert Simon International Conference on "Design Science", Lyon (France), 15th-16th March
- Hatchuel, A. et Weil, B. (2003). *A new approach of innovative design: an introduction to CK theory*, XIVth International Conference on Engineering Design, Stockholm, Sweden, 19th-21st August.
- Hatchuel, A. et Weil, B. (2007). *Design as forcing : Deepening the foundations of C-K theory*. XVIth International Conference on Engineering Design, Paris, 28th-31th August.
- Hatchuel, A. et Weil, B. (2008a). C-K design theory: an advanced formulation, *Research in Engineering Design*, vol. 19, n° 4, pp. 181-192.
- Hatchuel, A. et Weil, B. (2008b). Entre concepts et connaissances: éléments d'une théorie de la conception, in *Les nouveaux régimes de la conception : Langages, théories, métiers*, sous la direction d'A. Hatchuel et B. Weil, Vuibert, Cerisy, Paris, pp. 115-131.
- Helmholtz, H. (1826). Vortrage and redde, in *Genius* ed. Eysenck, H., University Press, Cambridge.
- Hey, J.H.G., Joyce, C.K. et Beckman, S.L. (2007). Framing innovation : negotiating shared frames during early design phases, *Journal of Design Research*, vol. 6, n° 1-2, pp. 79-99.
- Hitt, M.A., Dacin, M.T., Levitas, E., et al. (2000). Partner Selection in Emerging and Developed Market Contexts: Resource-Based and Organizational Learning Perspectives, *The Academy of Management Journal*, vol. 43, n° 3, pp. 449-467.
- Hlady Rispal, M. (2002). *La méthode des cas : Application à la recherche en gestion*. De Boeck Université Bruxelles, 250p.
- Holmberg, G., Le Masson, P. et Segrestin, B. (2003). *How to manage the exploration of innovation fields ? Towards a renewal of prototyping roles and uses*. Third European Academy of Management Conference (EURAM), Milan, Italy, 3rd-5th April.
- Hounshell, D.A. (1996). The evolution of industrial research in the United States, in *Engines of Innovation – U.S. Industrial Research at the End of an Era*, ed. Rosenbloom, R.S. et Spencer, W.J., Harvard Business School Press, Boston, MA, pp. 13-85.

- Howard, T.J., Culley, S.J. et Dekoninck, E. (2008). Describing the creative design process by the integration of engineering design and cognitive psychology literature, *Design studies*, vol. 29, n° 2, pp. 160-180.
- Huberman, M.A. et Miles, M.B. (2003). *Analyse des données qualitatives*, 2nd édition, Université de Boeck, 626p.
- Hutchins, E. (1994). Comment le cockpit se souvient de ses vitesses ? *Sociologie du travail*, vol. 36, n° 4, pp. 451-473.
- Jansson, D.G. et Smith, S.M. (1991). Design fixation, *Design studies*, vol. 12, pp. 3-11.
- Jaruzelski, B., Dehoff, K., Péladeau, P., et al. (2005). R&D : l'argent ne fait pas le bonheur, Cabinet Booz Allen Hamilton Inc.
- Jeantet, A., Tiger, H., Vinck, D., et al. (1996). La coordination par les objets dans les équipes intégrées de conception de produit, in *Coopération et conception*, ed. de Terssac, G. et Friedberg, E., Octarès, Toulouse, pp. 87-100.
- Johne, A. (1992), How to pick a winning product, *Management Today*, February, pp. 72-74. [<http://www.managementtoday.co.uk/search/article/409764/uk-pick-winning-product>, accédé en 03/2010]
- Johnson, G., Scholes, K. et Fréry, F. (2008). *Stratégique*. 8^{ème} édition, Pearson Education, 760p.
- Jolly, D. (2001). *Alliances Interentreprises*. Vuibert, collection Entreprendre, 163p.
- Kano, N., Seraku, N., Takahashi, F., et al. (1984). Attractive Quality and Must-be Quality, *The Journal of the Japanese Society for Quality Control*, vol. 14, n° 2, pp. 39-48.
- Katia, A. et Ulrike, M. (2008). *Les effets de la distance sur le choix des partenaires de coopération : une analyse du secteur européen des biotechnologies*. XVII^{ème} Conférence Internationale de Management Stratégique, Sophia-Antipolis, 28-31 Mai.
- Kazakçi, A.O. (2007). *La théorie CKE comme fondement théorique pour les assistants de conception: DesigNAR, un assistant de synthèse de concept basé sur la théorie CKE*. Thèse de Doctorat en Informatique, UFR Sciences des organisations - Laboratoire d'Analyse et de Modélisation de Systèmes pour l'Aide à la Décision (LAMSADE), Université Paris IX Dauphine, Paris.
- Kazakçi, A.O. (2009). *A formalization of CK design theory based on Intuitionistic Logic*, Proceeding of International Conference on Research into Design (ICORD), Bangalore, India, pp. 499-507.
- Kazakçi, A.O., Gillier, T. et Piat, G. (2008). *Investigating co-innovation in exploratory partnerships : An analytical framework based on design theory*, European Research on Innovation and Management Alliance, Porto, Portugal, 6th-7th November.
- Kessler, A. (1998). *The creative supplier : A new model for strategy, innovation, and customer relationships in concurrent design and engineering processes : the case of the automotive industry*. Thèse de doctorat en Sciences de Gestion, Ecole Polytechnique CRG, Paris, 347p.
- Khurana, A. et Rosenthal, S.R. (1998). Towards Holistic "Front Ends" In New Product Development, *Journal of Product Innovation Management*, vol. 15, n° 1, pp. 57-74.
- Kline, S.J. et Rosenberg, N. (1986). An overview of Innovation, in *The Positive Sum Strategy : Harnessing Technology for Economic Growth*, ed. Landau R. et Rosenberg, N., National Academy Press, Washington D.C., pp. 275-305.

- Koen, P., Ajamian, G., Burkart, R., *et al.* (2001). Providing Clarity and a Common Language to the "Fuzzy Front End", *Research-Technology Management*, vol. 44, n° 2, pp. 46-55.
- Kogut, B. (1988). Joint Venture : Theoretical and Empirical Perspectives, *Strategic Management Journal*, vol. 9, n° 4, pp. 319-332.
- Kogut, B. (1989). The Stability of Joint Ventures : Reciprocity and Competitive Rivalry, *Journal Industrial Economics*, vol. 38, n° 2, pp. 183-198.
- Kogut, B. et Kulatilaka, N. (1994). Options thinking and Platform Investments : Investing in Opportunity, *California Management Review*, vol. 36 (Winter), n° 2, pp. 52-72.
- Koza, M.P. et Lewin, A.Y. (1998). The co-evolution of Strategic Alliances, *Organization Science*, vol. 9, n° 3, pp. 255-264.
- Kreiner, K. et Schultz, M. (1993). Informal collaboration in R&D. The formation of Networks Across Organizations, *Organization Studies*, vol. 14, n° 2, pp. 189-209.
- Laveault, D. (1997). *Introduction à la Recherche*. Université d'Ottawa.
[<http://www.courseweb.uottawa.ca/EDU6690/Pdf/wbloc2c.PDF>, accédé en 03/2010.]
- Le Masson, P. (2001). *De la R&D à la RID : Modélisation des fonctions de conception et nouvelles organisations de la R&D*. Thèse de doctorat en Sciences de gestion, Ecole des mines de Paris, Paris, 467p.
- Le Masson, P. (2008). *Management de l'innovation et théorie de la conception : nouvelles rationalités, nouveaux principes d'organisation, nouvelles connaissances*. Habilitation à Diriger des Recherches en Science de Gestion, Université Paris-Est.
- Le Masson, P. (2009). *Introduction to Innovative Design*, Groupe de travail ANVIE : Quelle(s) organisation(s) pour développer la créativité ?, 11 Février, Paris.
- Le Masson, P., Hatchuel, A. et Weil, B. (2007a). *Creativity and design reasoning : how C-K theory can enhance creative design*. XVIth International Conference on Engineering Design, Paris, 28-31st August.
- Le Masson, P., Hatchuel, A. et Weil, B. (2007b). *La gestion des champs d'innovation dans les entreprises : du NPD aux nouvelles stratégies de conception*. XVI^{ème} Conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique, Montréal, 6-9 Juin.
- Le Masson, P. et Magnusson, P. (2003). *User Involvement : from Ideas Collection Towards a New Technique for Innovative Service Design*. 2nd Mass Customization and Personalization Conference, Technische Universität München, Munich, Germany, 6th-8th October.
- Le Masson, P., Weil, B. et Hatchuel, A. (2006). *Les processus d'innovation : conception innovante et croissance des entreprises*. Collection stratégie et management, Lavoisier, Hermès-science, 470p.
- Le Moigne, J.L., Epistémologies constructivistes et sciences de l'organisation, in *Epistémologies et Sciences de Gestion*, Economica, ed. Martinet A.C., Paris, pp. 81-140.
- Le Moigne, J.L. (1999). *La Modélisation des systèmes complexes*. Sciences des organisations, Dunod, Paris, 178p.
- Lenfle, S. (2001). *Compétition par l'innovation et organisation de la conception dans les industries amont. Le cas d'Usinor*. Thèse de doctorat en Sciences de Gestion, Université de Marne la Vallée, Ecole polytechnique CRG.

- Lenfle, S. (2005). L'innovation dans les services : les apports de la théorie de la conception, *Economies et sociétés, série Economie et gestion de services*, vol. 39, n° 11-12, pp. 2011-2036.
- Lenfle, S. (2008). *Projets et conception innovante*. Habilitation à Diriger des Recherches en Sciences de Gestion, Université Paris Dauphine, Paris,
- Lenfle, S. et Midler, C. (2002). Stratégie d'innovation et organisation de la conception dans les entreprises amont, *Revue Française de Gestion*, vol. 28, n° 140, pp. 89-105.
- Leonard-Barton, D. (1992). Core Capabilities and Core Rigidities: A Paradox in Managing New Product Development, *Strategic Management Journal*, vol. 13, Special Issue : Strategy Process : Managing Corporate Self-Renewal, pp. 111-125.
- Levitt, T. (2002). Creativity is not enough, *Harvard Business Review*, vol. 80, n° 8, pp. 137-145.
- Lewin, K. (1946). Action research and minority problems, *Journal of social issues*, vol. 2, n° 4, pp. 34-46.
- Lhuillery, S. et Pfister, E. (2009). R&D cooperation and failures in innovation projects: Empirical evidence from French CIS data, *Research Policy*, vol. 38, n° 1, pp. 45-57.
- Linstone, H.A. et Turoff, M. (1975). *Delphi method : techniques and applications*. Addison-Wesley, Reading, MA, 620p.
- Luo, Y. (1999). Toward a conceptual framework of international joint venture negotiations, *Journal of International Management*, vol. 5, n° 2, pp. 141-165.
- Malmqvist, J., Axelsson, R. et Johansson, M. (1996). *A comparative analysis of the theory of inventive problem solving and the systematic approach of Pahl and Beitz*. SME Design Engineering Technical Conferences and Computers in Engineering Conference, Irvine.
- Maniak, R. (2009). *Les processus de co-innovation : caractérisation, évaluation et management - le cas de l'industrie automobile*. Thèse de doctorat en Sciences de Gestion, Ecole Polytechnique CRG, Paris, 483p.
- Maniak, R. et Midler, C. (2008). Shifting from co-development to co-innovation, *International Journal of Automotive Technology & Management*, vol. 8, n° 4, pp. 449-468.
- Manz, A., Graber, N. et Widmer, H. (1990). Miniaturized Total Chemical-Analysis Systems - a Novel Concept for Chemical Sensing, *Sensors and Actuators B-Chemical*, vol. 1, n° 1-6, pp. 244-248.
- March, J.G. (1991). Exploration and exploitation in organizational learning, *Organization Science*, vol. 2, n° 1, pp. 71-87.
- Marples, D.L. (1960). The Decisions of Engineering Design, *Journal of the Institute of Engineering Designers*, pp. 1-16.
- Marshall, C. et Segrestin, B. (2002). *Managing exploratory partnerships, an example of new business creation in the telecommunication industry*. IXth International Product Development Management Conference, Sophia Antipolis.
- McCutchen Jr, W.W., Swamidass, P.M. et Teng, B.S. (2008). Strategic alliance termination and performance : The role of task complexity, nationality, and experience, *The Journal of High Technology Management Research*, vol. 18, n° 2, pp. 191-202.

- McKinney, M.J. (2001). What do we mean by consensus ? Some defining principles, in *Across the Great Divide*, ed. Brick, P., Snow, D. et Van de Wetering, S., Island, Washington D.C., pp. 33-40
- McKinnon, D.W. (1965). Personality and the realization of creative potential, *American Psychologist*, vol. 20, n° 4, pp. 273-281.
- Menzel, H.C., Aaltio, I. et Ulijn, J.M. (2007). On the way to creativity : Engineers as intrapreneurs in organizations, *Technovation*, vol. 27, n° 12, pp. 732-743.
- Merenluoto, K. et Lehtinen, E. (2002). Conceptual change in Mathematics : Understanding the real numbers, in *Reconsidering conceptual change : Issues in theory and practice*, ed. Limón, M. et Mason, Kluwer Academic publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp. 233-258,
- Midler, C. (1998). *L'auto qui n'existait pas : Management des projets et transformation de l'entreprise*, Dunod, Paris, 215p.
- Midler, C. (2000). Les partenariats interentreprises en conception : Pourquoi ? Comment ? *Rapport pour l'Association Nationale de la Recherche Technique*, 50p.
- Midler, C. et Garel, G. (1995). Concurrence, processus cognitifs et régulation économique, *Revue Française de Gestion*, n° 104, pp. 86-101.
- Midler, C., Maniak, R. et Beaume, R. (2007). *Du co-développement à la co-innovation. Analyse empirique des coopérations verticales en conception innovante*. XVth GERPISA International Colloquium, Ministère de la Recherche, Paris, 20-22 juin.
- Mintzberg, H. (2004). *Le management : Voyage au centre des organisations*. 2^{ème} édition revue et corrigée Edition d'organisations, 703p.
- Miotti, L. et Sachwald, F. (2003). Co-operative R&D : why and with whom ? An integrated framework of analysis, *Research Policy*, vol. 32, n° 8, pp. 1481-1499.
- Mohr, J. et Spekman, R. (1994). Characteristics of Partnership Success : Partnership Attributes, Communication Behavior, and Conflict Resolution Techniques, *Strategic Management Journal*, vol. 15, n° 2, pp. 135-152.
- Moisdon, J.C. (1984). Recherche en gestion et intervention, *Revue Française de Gestion*, septembre-octobre.
- Moisdon, J.C. (1997). *Du mode d'existence des outils de gestion*. Seli Arslan, Paris, 286p.
- Mora-Valentin, E.M., Montoro-Sanchez, A. et Guerras-Martin, L.A. (2004). Determining factors in the success of R&D cooperative agreements between firms and research organization, *Research Policy*, vol. 33, n° 1, pp. 17-40.
- Nelson, R.R. et Winter, S.G. (2002). Evolutionary Theorizing in Economics, *Journal of Economic Perspectives*, vol. 16, n° 2, pp. 23-46.
- Nonaka, I. (1994). A dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation, *Organization Science*, vol. 5, n° 1, pp. 14-37.
- Nonaka, I. et Kenney, M. (1991). Towards a new theory of innovation management : A case study comparing Canon, Inc. and Apple Computer, Inc., *Journal of Engineering and Technology Management*, vol. 8, n° 1, pp. 67-83.

- Nooteboom, B., Van Haverbeke, W., Duysters, G., *et al.* (2007). Optimal cognitive distance and absorptive capacity, vol. 36, n° 7, pp. 1016-1034.
- O'Reilly, C.A. et Tushman, M.L. (2004). The Ambidextrous Organization, *Harvard Business Review*, April, pp. 74-81.
- Okamuro, H. (2007). Determinants of successful R&D cooperation in Japanese small businesses : the impact of organizational and contractual characteristics, *Research Policy*, vol. 36, n° 10, pp. 1529–1544.
- Olson, M. (1971). *Logic of Collective Action*. Harvard University Press, 186p.
- Ortt, J.R., Langley, D.J. et Pals, N. (2007). Exploring the market for breakthrough technologies, *Technological Forecasting & Social Change*, vol. 74, n° 9, pp. 1788-1804.
- Osborn, A.F. (1953). *Applied imagination : Principles and procedures of creative thinking*. Charles Scribner's Sons, New York.
- Ozer, M. (1999). A Survey of New Product Evaluation Models, *Journal of Product Innovation Management*, vol. 16, n° 1, pp. 77-94.
- Ozgur, E. (2006). Insisting on Truth at the Expense of Conceptualization: can engineering portfolios help ? *International Journal of Engineering Education*, vol. 22, n° 3, pp. 551-559.
- Pahl, G. et Beitz, W. (2007). *Engineering Design : A Systematic Approach*. 3rd Revised edition (1st german version : 1977), English Springer, London, 617p.
- Park, S.H. et Ungson, G.R. (2001). Interfirm Rivalry and Managerial Complexity : A Conceptual Framework of Alliance Failure, *Organization Science*, vol. 12, n° 1, pp. 37-53.
- Penalva, J.-M. (1999). *Situations et Systèmes Complexes*, Ecole d'été Gestion Scientifique du risque, Albi, 6-10 septembre.
- Peng, M.W. et Shenkar, O. (2002). Joint Venture dissolution as corporate divorce, *Academy of Management Executive*, vol. 16, n° 2, pp. 92-105.
- Penrose, E.T. (1959). *The Theory of the Growth of the Firm*. Oxford University Press, 3rd Revised edition, 1st edition : 1959, New York, 296p.
- Pérocheau, G. (2007). *Quel support pour les projets collaboratifs des Pôles de Compétitivité ?*, Les colloques du PESOR, Sceaux, France, 16 mars.
- Perret, V. et Séville, M. (2003). Fondements épistémologiques de la Recherche, in *Méthodes de recherche en management*, ed. Thiétard, R.A., Dunod, 2^{ème} éd., Paris, pp. 13-33.
- Perrin, J. (2001). *Concevoir l'innovation industrielle : Méthodologie de conception de l'innovation*. CNRS Editions, Paris, 166p.
- Piat, G. (2005). *From user-oriented design to user-oriented technological design*, XIVth International Conference on Management of Technology, 22th-25th May, Vienna.
- Pollack, M.G., Shendorov, A.D. et Fair, R.B. (2002). Electro-wetting based actuation of droplets for integrated microfluidics, *Lab Chip*, vol. 2, n° 1, pp. 96-101.
- Popper, K. (1991). *La connaissance objective*. Flammarion, 2ème edition française, 1ère edition : 1972, Paris.

- Powell, W.W., Koput, K.W. et Smith-Doerr, L. (1996). Interorganizational Collaboration and the Locus of Innovation: Networks of Learning in Biotechnology, *Administrative Science Quarterly*, vol. 41, n° 1, pp. 116-145.
- Prahalad, C.K. et Hamel, G. (1990). The core competence of the corporation, *Harvard Business Review*, vol. 90, n° 3, pp. 79-91.
- Priem, R.L. et Butler, J.E. (2001). Is the resource-based "view" a useful perspective for strategic management research ? *Academy of Management Review*, vol. 26, n° 1, pp. 22-40.
- Pugh, S. (1991). *Total design : integrated methods for successful product engineering*. Addison-Wesley Publishers Ltd., Essex, England, 296p.
- Purcell, A.T. et Gero, J.S. (1996). Design and other types of fixation, *Design Studies*, vol. 17, n° 4, pp. 363-383.
- Puthod, D. et Thévenard-Puthod, C. (2006). *Coopération, Tensions et conflits dans un réseau d'innovation construit autour d'une PME*. XV^{ème} Conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique, Annecy/Genève, 13-16 juin.
- Reid, S.E. et de Brentani, U. (2004). The Fuzzy Front End of New Product Development for Discontinuous Innovations: A Theoretical Model, *Product Innovation Management*, vol. 21, n° 3, pp. 170-184.
- Renou, Y. (2003). *Entreprise-réseau, plateau de conception et compétences : de la notion de "compétences distribuées" à celle d' "acteur compétent"*, Proposition de communication au Forum de la Régulation, Paris, 9-10 octobre.
- Renou, Y. et Rousselière, D. (2006). *L'organisation réticulaire dans le capitalisme de l'innovation intensive à la lumière des pratiques de gestion au sein de l'industrie culturelle : vers un paradigme « créatif » et cognitive*, Colloque international « Mutations des industries de la culture, de l'information et de la communication », La Plaine Saint-Denis, 25- 27 septembre.
- Reuer, J.J. et Zollo, M. (2005). Termination outcomes of research alliances, *Research Policy*, vol. 34, n° 1, pp. 101-115
- Richardson, G.B. (1972). The organization of industry, *Economic Journal*, vol. 82, September, pp. 883-896.
- Rietzschel, E.F., Nijstad, B.A. et Stroebe, W. (2007). Relative accessibility of domain knowledge and creativity : The effects of knowledge activation on the quantity and originality of generated ideas, *Journal of Experimental Social Psychology*, vol. 43, n° 6, pp. 933-946.
- Ring, P.S., Doz, Y. et Olk, P.M. (2005). Managing Formation Processes in R&D Consortia, *California Management Review*, vol. 47, n° 4, pp. 137-156.
- Ring, P.S. et Van de Ven, A.H. (1994). Developmental Processes of Cooperative Interorganizational Relationships, *The Academy of Management Review*, vol. 19, n° 1, pp. 90-118.
- Rochet, J.C. et Tirole, J. (2003). Platform Competition in Two-sided Markets, *Journal of the European Economic Association*, vol. 1, n° 4, pp. 990-1029.
- Romelaer, P. (2005) L'entretien de recherche, in *Management des ressources humaines : Méthodes de recherche en sciences humaines et sociales*, ed. Roussel, P. et Wacheux, F., De Boeck, Bruxelles. pp. 101-136.

- Ruuska, I. et Teigland, R. (2008). Ensuring project success through collective competence and creative conflict in public-private partnerships - A case study of Bygga Villa, a Swedish triple helix e-government initiative, *International Journal of Project Management*, vol. 27, n° 4, pp. 323-334.
- Sardas, J., Erschler, J. et de Terssac, G. (2000). *Coopération et organisation de l'action collective*, 2^{ème} Journées PROSPER du CNRS, Toulouse, France, 7-8 Juin 2000.
- Saubesty, C. (2002). *Dynamique de la construction de coopérations transversales. Application au cas de coopérations pour l'amélioration du confort à la SNCF*. XI^{ème} conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique, Paris, 5-7 juin.
- Savransky, S.D. (2000). *Engineering of Creativity : Introduction to TRIZ methodology of Inventive Problem Solving*. CRC Press, New York, 394p.
- Schein, E.H. (1987). *Clinical Perspective in Fieldwork*. Sage Publication, Thousand Oaks, CA, 72p.
- Schön, D.A. (1983). *The reflective practitioner : how professionals think in action*. Basic Books, New York, 384p.
- Schumpeter, J. (1942). *Capitalism, Socialism and Democracy*. Harper & Row, New York, 381p.
- Scott, P.H., Asoko, H.M. et Driver, R.H. (1991). Teaching for conceptual change : a review of strategies, Children's Learning in Science Research Group, Leeds, UK.
[<http://www.physics.ohio-state.edu/~jossem/ICPE/C5.html> , accédé en 03/2010]
- Scott, W.E. (1965). The creative individual, *The Academy of Management Journal*, vol. 8, n° 3, pp. 211-219.
- Segrestin, B. (2003). *La gestion des partenariats d'exploration : spécificités, crises et formes de rationalisations*. Thèse de doctorat en Sciences de Gestion, Ecole des mines de Paris, Paris, 373p.
- Segrestin, B. (2004). *Les partenariats d'exploration: des pratiques inédites en quête d'outils et de statuts*. XIII^{ème} conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique, Le Havre, 1-4 juin.
- Segrestin, B. (2006). *Innovation et coopération interentreprises : Comment gérer les partenariats d'exploration ?* Editions CRNS, Economie, Paris, 175p.
- Segrestin, B. (2008). *Coopération et cohésion dans les régimes d'innovation contemporains*. Habilitation à Diriger des recherches en Sciences de gestion, Université Paris-Dauphine, Paris, 88p.
- Segrestin, B., Lefebvre, P. et Weil, B. (2002). The role of design regimes in the coordination of competencies and the conditions for inter-firms cooperation, *International Journal of Automotive Technology & Management*, vol. 2, n° 1, pp. 63-83.
- Sigaut, F. (1991). *Un couteau ne sert pas à couper, mais en coupant*. XIe Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes : 25 ans d'études technologiques en préhistoire, 18-20 octobre, Juan-les-Pins.
- Silberzahn, P. et Midler, C. (2008). Creating Products in the Absence of Markets : A Robust Design Approach, *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 19, n° 3, pp. 407-420.
- Simon, H.A. (1995a). The Scientist as Problem Solver, in *Complex Information Processing : the Impact of Herbert A. Simon*, ed. Klahr, D. et Kotovsky, K., Lawrence Erlbaum Associates Inc., Broadway, NJ, pp. 375-398.

- Simon, H.A. (1995b). Problem forming, problem finding, and problem solving in design, in *Design & Systems General Applications of Methodology - Praxiology*, vol. 3, Transaction Publishers, New Brunswick, NJ, pp. 245-257.
- Simon, H.A. (2004). *Les sciences de l'artificiel*. Editions Gallimard, complété à partir de la 3^{ème} édition 1996 (MIT Press), traduit par J.L. Le Moigne, 464p.
- Smith, K., Carroll, S. et Ashford, S. (1995). Intra- and interorganizational cooperation : toward a research agenda, *Academy of Management Journal*, vol. 38, n° 1, pp. 7-23.
- Smith, P.G. et Reinertsen, D.G. (1995). *Developing Products in Half the Time*. 2nd edition, 1st edition : 1991, John Wiley & Sons, New York, 320p.
- Srinivasan, R., Lilien, G.L. et Rangaswamy, A. (2006). The emergence of dominant designs, *Journal of Marketing*, vol. 70, n° 2, pp. 1-17.
- Stafylidou, S. et Vosniadou, S. (2004). The development of students' understanding of the numerical value of fractions, *Learning and Instruction*, vol. 14, n° 5, pp. 503.
- Star, S.L. et Griesemer, J.R. (1989). Institutional Ecology, "Translations" and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39, *Social Studies of Sciences*, vol. 19, n° 3, pp. 387-420.
- Stempfle, J. et Badke-Schaub, P. (2002). Thinking in design teams - an analysis of team communication, *Design studies*, vol. 23, n° 5, pp. 473-496.
- Steward, D. (1981). The design structure matrix: A method for managing the design of complex systems, *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 28, n° 3, pp. 71-74.
- Suchman, L.A. (1987). *Plans and situated actions: the problem of human-machine communication*. Cambridge University Press, New York, 203p.
- Suh, N.P. (1990). *The Principles of Design*. Oxford University Press, UK, 418p.
- Suh, N.P. (1998). Axiomatic Design Theory for Systems, *Research in Engineering Design*, vol. 10, n° 4, pp. 189-209.
- Suh, N.P. (2001). *Axiomatic Design: Advances and Applications*, Oxford University Press, Advanced Manufacturing, USA, 528p.
- Szpirglas, M. (2006). *Genèse et mécanismes du quiproquo : approches théoriques et organisationnelles des nouvelles formes de gestion des risques*. These de doctorat en Sciences de Gestion, Ecole des Mines de Paris, Paris, 360p.
- Teece, D.J., Pisano, G. et Shuen, A. (1997). Dynamic Capabilities and Strategic Management, *Strategic Management Journal*, vol. 18, n° 7, pp. 509-533.
- Thomke, S.H. (1998). Managing Experimentation in the Design of New Products, *Management Science*, vol. 44, n° 6, pp. 743-762.
- Thukral, I., Von Ehr, J. et Walsh, S., et al. (2008). Entrepreneurship, Emerging Technologies, Emerging Markets., *International Small Business Journal*, vol. 6, n° 1, pp. 101-116.
- Torrance, E.P. (1990). *The Torrance Tests of Creative Thinking Norms-Technical Manual Figural (Streamlined) Forms A & B*, Scholastic Testing Service, Bensenville, IL.

- Tushman, M.L. et Anderson, P. (1986). Technological Discontinuities and Organizational Environments, *Administrative Science Quarterly*, vol. 31, n° 3, pp. 439-465.
- Tushman, M.L. et O'Reilly, C.A. (1996). Ambidextrous organizations: Managing evolutionary and revolutionary change, *California Management Review*, vol. 38, n° 4, pp. 8-30.
- Ulrich, K.T. et Eppinger, S.D. (2003). *Product Design and Development*. Mc Graw Hill, New York, 366p.
- Valkenburg, R.C. (2000). The reflective practice in product design teams, *Design Studies*, vol. 19, n° 3, pp. 249-271.
- Van Aken, J.E. (2004). *Organising and managing the fuzzy front end of new product development*, Eindhoven Centre for Innovation Studies, Eindhoven University of Technology, Working Paper, 11p.
- Vanhée, N. (2008). *La coordination des savoirs au sein de partenariats d'innovation*. Thèse de doctorat en Sciences de Gestion, Université Louis Pasteur, Strasbourg I, 171p.
- Veyrat, N. (2008). *Les usages dans la lunette - Co-concevoir des produits et des usages innovants*. Thèse de doctorat en Sociologie, Université Pierre Mendès-France, Sciences de l'Homme, du Politique et du Territoire, Grenoble, 419p.
- Vincenti, W.G. (1993). *What engineers know and how they know it : Analytical studies from aeronautical history*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, MA, 336p.
- Vinck, D. (2006). *Dynamique d'innovation et de conception et rôle des objets intermédiaires*, Ecole d'été du GDR TIC et société : "les supports de la Connaissance: Technologies, Mediatization, Apprentissage", Autrans, 11-15 septembre.
- Vinck, D. (2009). De l'objet intermédiaire à l'objet-frontière. Vers la prise en compte du travail d'équipement, *Revue d'anthropologie des connaissances*, vol. 3, n° 1, pp. 51-72.
- Volderba, H.W. (1996). Toward the flexible form : how to remain vital in hypercompetitive environments, *Organization Science*, vol. 7, n° 4, pp. 359-374.
- Von Hippel, E. (1986). Lead users : a source of novel product concepts, *Management Science*, vol. 32, n° 7, pp. 791-805.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change, *Learning and instruction*, vol. 4, n° 1, pp. 45-69.
- Wacheux, F. (1996). *Méthodes qualitatives et recherche en gestion*. Économica, Paris.
- Wallas, G. (1926). *The art of thought*. Harcourt Brace, New York.
- Walsh, S.T. (2004). Roadmapping a disruptive technology : a case study the emerging microsystems and top-down nanosystems industry, *Technological Forecasting & Social Change*, vol. 71, n° 1-2, pp. 161-185.
- Weck, M. (2006). Knowledge creation and exploitation in collaborative R&D projects : lessons learned on success factors, *Knowledge & Process Management*, vol. 13, n° 4, pp. 252-263.
- Weick, K.E. (1974). *The social psychology of organizing*. McGraw-Hill Humanities/Social Sciences/Languages - 2nd edition, 294p.

- Weil, B. (1999). *Conception collective, coordination et savoirs, les rationalisations de la conception automobile*. Thèse de doctorat en Sciences de Gestion, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, Paris.
- Weil, T. et Durieux, F. (2000). *La gestion de l'innovation en réseau*, Rapport pour l'Association Nationale de la Recherche Technique, 76p.
[http://ec.europa.eu/governance/areas/group9/contribution-reseau_fr.pdf , accédé en 03/2010]
- Westerberg, S.M. (2007). *How Diversity Influences the Work Process in Cooperation Projects*. Master Thesis in Business Administration, School of Management, Blekinge Institute of Technology, Ronneby, Sweden, 48p.
- Wildeman, L. (1998). Alliances and Networks: The Next Generation, *International Journal of Technology Management*, vol. 15, n° 1-2, pp. 96-108.
- Williamson, O.E. (1975). *Market and hierarchies : Analysis and Antitrust Implication*. The Free Press, New York.
- Williamson, O.E. (1993). Opportunism and its critics, *Managerial and Decision Economics*, vol. 14, n° 2, Special Issue : Transactions Costs Economics, pp. 97-107.
- Woodman, R.W., Sawyer, J.E. et Griffin, R.W. (1993). Toward a Theory of Organizational Creativity, *The Academy of Management Review*, vol. 18, n° 2, pp. 293-321.
- Wuyts, S., Colombo, M.G., Dutta, S., et al. (2005). Empirical tests of optimal cognitive distance, *Journal of Economic Behavior and Organization*, vol. 58, n° 2, pp. 277-302.
- Yamanouchi, T. (1989). Breakthrough : The development of the Canon personal copier, *Long Range Planning*, vol. 22, n° 5, pp. 11-21.
- Yan, A. et Zeng, M. (1999). International joint venture instability : a critique of previous research, a reconceptualization, and directions for future research, *Journal of International Business Studies*, vol. 30, n° 2, pp. 397-414.
- Yin, R.K. (1990). *Case study Research: Design and Methods*. Applied Social Research Methods Series, vol. 5, Thousand Oaks, CA, 182p.
- Yoshikawa, H. (1981). General Design Theory and a CAD system. in *Man-machine communication in CAD/CAM*, Proceedings of IFIP WG5.2, Amsterdam, pp. 35-58.
- Zeiler, W. et Savanovic, P. (2009). *Morphologic C-K Reflection for Collaborative Building Design*, IIIrd International Conference on Design Principles and Practices, Berlin, Germany, 15th-17th February.
- Zhao, G. et Chen, W. (2008). Enhancing R&D in science-based industry : An optimal stopping model for drug discovery, *International Journal of Project Management*, vol. 27, n° 8, pp. 754-764.
- Zrudlo, L. (1976). Planning with the Inuit : Participatory Design in the High Arctic, *Journal of Architectural Education*, vol. 29, n° 3, pp. 11-12.

AUTORISATION DE SOUTENANCE DE THESE
DU DOCTORAT DE L'INSTITUT NATIONAL
POLYTECHNIQUE DE LORRAINE

o0o

VU LES RAPPORTS ETABLIS PAR :

Monsieur Armand HATCHUEL, Professeur, ENSMP, Paris

Monsieur Jean-François BOUJUT, Professeur, INP, G-SCOP, Grenoble

Le Président de l'Institut National Polytechnique de Lorraine, autorise :

Monsieur GILLIER Thomas

à soutenir devant un jury de l'INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE LORRAINE,
une thèse intitulée :

**« Comprendre la génération des objets de coopération interentreprises par une théorie
des co-raisonnements de conception : vers une nouvelle ingénierie des partenariats
d'exploration technologique »**

NANCY BRABOIS
2, AVENUE DE LA
FORET-DE-HAYE
BOITE POSTALE 3
F - 5 4 5 0 1
VANDŒUVRE CEDEX

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 17 mai 2010

Le Président de l'I.N.P.L.,

F. LAURENT



COMPRENDRE LA GÉNÉRATION DES OBJETS DE COOPERATION INTERENTREPRISES PAR UNE THÉORIE DES CO-RAISONNEMENTS DE CONCEPTION

Vers une nouvelle ingénierie des partenariats d'exploration technologique

Thomas GILLIER

Les partenariats d'exploration constituent, pour les organisations contemporaines, une opportunité pour ouvrir leur portefeuille partenarial et coopérer sur des objets de plus en plus innovants et transversaux. Mais ces nouvelles formes de partenariats R&D sont déstabilisées par leur nature même : les objets de coopération ne sont pas connus *ex-ante* et doivent donc être conçus durant la coopération.

A partir de l'étude d'un partenariat transectoriel technologique, MINATEC IDEAs Laboratory, cette thèse explique comment des partenaires différents parviennent finalement à s'accorder sur des sujets de coopération et à lancer des projets d'innovation.

Pour comprendre et modéliser l'élaboration progressive de ces objets de coopération, nous proposons le modèle Matching/Building. Basé sur une extension de la théorie de conception C-K, ce modèle rend compte de la manière dont des acteurs développent et modifient leurs propres raisonnements de conception durant leurs interactions.

De plus, cette recherche expose les résultats de deux instruments de gestion qui facilitent la génération de la coopération : OPERA, un outil de cartographie pour piloter des champs d'innovation et représenter l'évolution des objets de coopération et la méthode D₄ qui permet de co-innover en revisitant collectivement l'identité de technologies émergentes.

Mots clés : Théorie C-K, Théorie de conception, Champs d'innovation, Coopération interentreprises, OPERA, Technologies émergentes, Identité technologique, Régime d'exploration, Matching/Building.

UNDERSTANDING THE GENERATION OF INTER-FIRM COOPERATION'S OBJECTS WITH A CO-DESIGN REASONING THEORY

Toward a new engineering for technological exploratory partnerships

Thomas GILLIER

For contemporary organizations, exploratory partnerships constitute opportunities to open their portfolio partnership and to embrace objects increasingly innovative and cross-functional. But, in such new forms of R&D relationships, a major crisis is caused by the fact that the common purpose is unknown at the beginning and need to be designed during the cooperation process.

From a single-case study of a cross-industrial technological exploratory partnership, MINATEC IDEAs Laboratory, that research explains how heterogeneous actors reach shared objectives and launch together innovation projects.

In order to understand and to model those collective objects, we propose the Matching/Building model. Based on the recent advances of the C-K Design Theory, our model describes interactions patterns between the partners' design reasoning during their cooperation.

Furthermore, that research highlights two methodological tools for enhancing cooperation in innovation : OPERA is a cartographic system to manage innovation projects and to master the evolution of the cooperation, D₄ method permits to co-innovate by challenging the identity of emerging technology.

Keywords : C-K Theory, Design theory, Innovation fields, Inter-firm cooperation, OPERA, Emerging technology, Identity of technology, Exploration, Matching/Building.